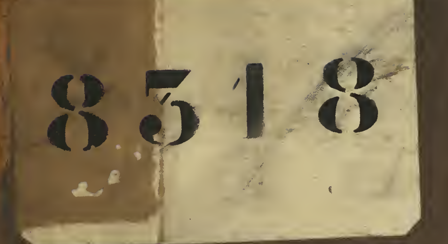


STUDIEN IN DER ANATOMIE

DES

NERVENSYSTEMS

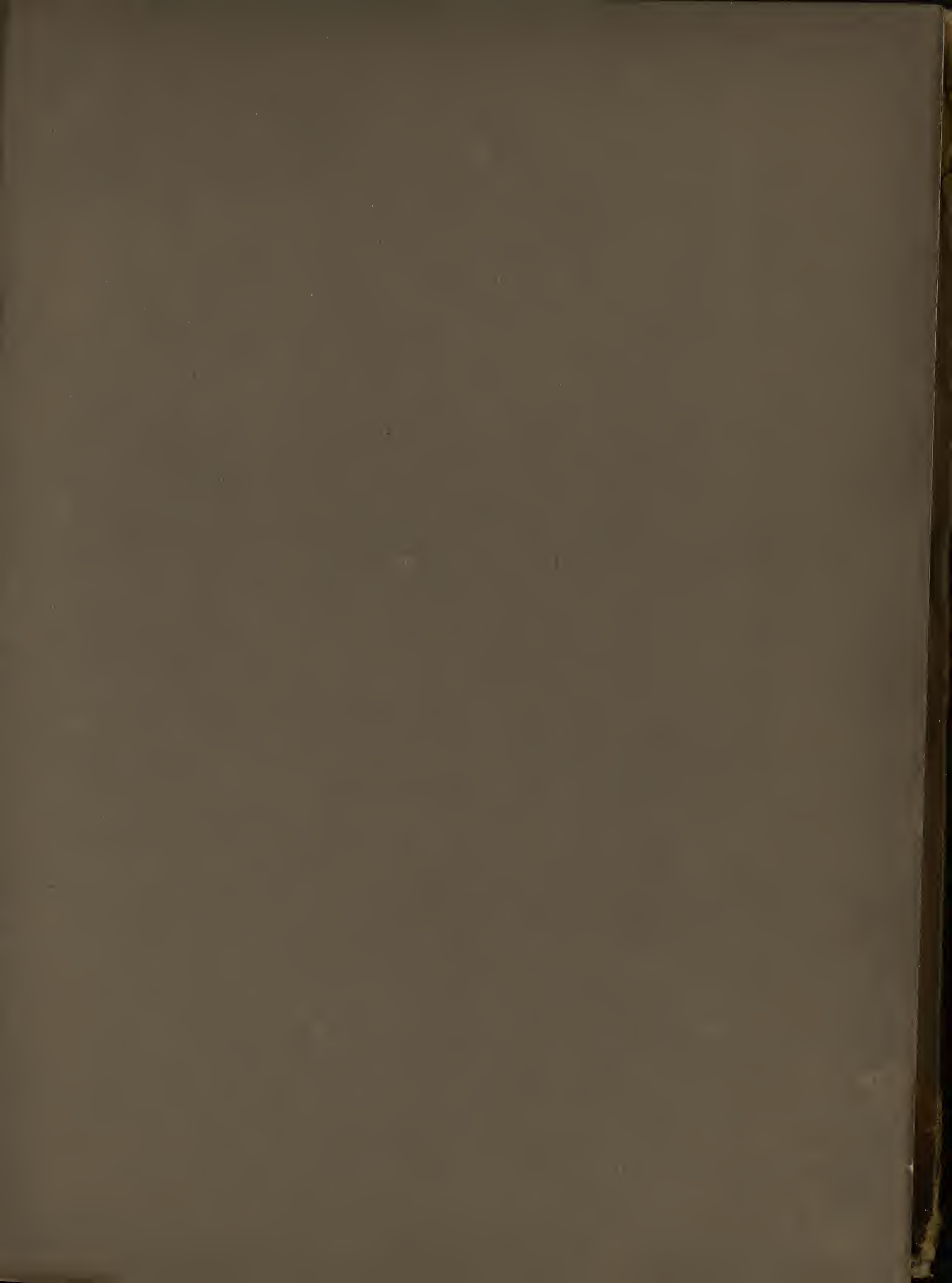
UND DES

BINDEGEWEBES

VON

Axel Key und Gust. Retzius







STUDIEN.



STUDIEN IN DER ANATOMIE

DES

NERVENSYSTEMS

UND DES

BINDEGEWEBES

VON

AXEL KEY UND GUSTAF RETZIUS.

LEHRER AM CAROLINSCHEN MEDICO-CHIRURGISCHEN INSTITUTE

IN STOCKHOLM.



ERSTE HÄLFTE.

MIT 39 TAFELN.

IN COMMISSION
BEI
SAMSON & WALLIN.

STOCKHOLM
1875.

DRUCK
VON
P. A. NORSTEDT & SÖNER.



DEM HOCHGEBORNEN

HERRN CARL BALTZAR ERNST

GRAFEN VON PLATEN

DURCH DESSEN GROSSARTIGE UNTERSTÜTZUNG ES MÖGLICH WURDE,
DIE ERGEBNISSE IHRER UNTERSUCHUNGEN NACH GEWÜNSCHTEM PLANE
ZU VERÖFFENTLICHEN,

WIDMEN DIESE ARBEIT

EHRERBIETIG UND DANKBAR

DIE VERFASSER.



Vorwort.

Die Untersuchungen, deren Ergebnisse in der vorliegenden Arbeit veröffentlicht werden, begannen im Herbste 1869 und wurden mit nur geringen Unterbrechungen bis zur jetzigen Zeit fortgesetzt. Den Ausgangspunkt dieser Untersuchungen bildete eine Reihe von Versuchen, welche den Zweck hatten, die Frage von dem Zusammenhang der Subarachnoidalräume unter sich sowie der übrigen Saftbahnen des Gehirns und Rückenmarks zu erörtern. Wir kamen indessen bald zu Resultaten, welche uns aufforderten, den Kreis unserer Forschungen mehrfach zu erweitern. Es gelang uns durch Injectionen vom Subarachnoidalraum des Rückenmarks aus nicht nur sämmtliche Subarachnoidalräume des Gehirns, sondern ausserdem die Hirnhöhlen und die inneren Saftbahnen der Hirn- und Rückenmarksubstanz zu füllen; ferner erhielten wir dabei einen Abfluss der serösen Flüssigkeit dieser Räume nach dem Blutgefässsystem hin durch die Arachnoidalzotten; wir fanden, dass die genannten Räume auch mit dem übrigen Lymphbahnsystem des Körpers sowie mit den Safträumen der höheren Sinnesorgane in directer Verbindung stehen. Endlich erhielten wir aber auch bei diesen Injectionen Füllung der vorher nicht beachteten Saftbahnen des peripherischen Nervensystems. Den zwischen Dura mater und Arachnoidea befindlichen Raum — den Subduralraum — fanden wir von den Subarachnoidalräumen und den inneren Saftbahnen der Centralorgane ganz abgetrennt und erst peripherisch mit ihnen zusammenhängend, indem nämlich dieser Raum ebenso durch die Arachnoidalzotten nach dem Blutgefässsystem hin Abfluss hat, und ausserdem mit dem peripherischen Lymphgefässsystem und mit den Saftbahnen der höheren Sinnesorgane sowie mit denjenigen der peripherischen Nerven in Verbindung steht. Durch die Injection der peripherischen Nerven gelang es uns nicht nur die erwähnten Saftbahnen derselben zu finden, sondern wir wurden auch zu einer eingehenderen Erforschung des Baues des peripherischen Nervensystems im Allgemeinen geführt. Da wir bei diesen Untersuehungen die Anordnung und den Bau der betreffenden Theile zu erforschen suchten, wurden wir immer mehr auf die brennende Frage der Histologie, diejenige vom Bau des Bindegewebes, geleitet; dieser Frage haben wir deswegen umfassende Studien gewidmet. In den Häuten des Gehirns und Rückenmarks fanden wir Prototypen des lockeren, saftraumreichen ebenso wie des festen, fibrösen Bindegewebes; in den peripherischen Nerven und den Pacinischen Körperchen erkannten wir eine Anordnung des Bindegewebes, welche wir als das lamellöse oder umscheidende beschrieben haben; im Opticus und in den Centralorganen untersuchten wir noch andere Typen dieses Gewebes. Um aber die gewonnenen Ergebnisse auch in weiterer Ausdehnung eingehender zu prüfen, zogen wir noch andere Organe und Organtheile in den Kreis der Untersuchungen. Besonders widmeten wir dem Bau der Sehnen genauere Studien. Ferner suchten wir die Anordnung des Bindegewebes und die Saftbahnen der äusseren Haut u. s. w. zu eruiren.

Bei einem solchen Umfange unseres Forschungsgebietes nahmen natürlicherweise die Untersuchungen eine geraume Zeit in Anspruch, um so mehr als wir uns bemüht haben, jede der hauptsächlichen Fragen mit möglichster Sorgfalt zu behandeln. Zwar hängt bei histologischen Studien sehr viel vom Auge des Forschers selbst ab; viel beruht aber auch auf den von ihm angewandten Methoden. Durch die eine Methode kann man ja oft ein Resultat, durch eine andere ein mehr oder weniger verschiedenes erhalten. Deswegen ist bei solchen Untersuchungen eine controllirende Prüfung mittels verschiedener Methoden oder eine Combination derselben von sehr hohem Werth, und wir versuchten immer nach diesem Grundsatz zu arbeiten. Es dürften wohl, wenn dieser Grundsatz eine allgemeinere Beachtung fände, in der Wissenschaft nicht gar so viele verschiedene Ansichten hervortreten.

Freilich können in keiner menschlichen Arbeit Fehler vermieden werden; Alles ist ja in gewissem Grade subjectiv. Indessen hängen ohne Zweifel manche Fehler davon ab, dass der Forscher seine Untersuchungen oft zu schnell abfertigt und die Resultate derselben veröffentlicht. Der Eifer, mit welchem die Forschungen in unserer Zeit betrieben werden, bringt zwar viel Schönes zu Tage, aber auch viel Unreifes; diese unreifen Früchte zu beseitigen kostet dann oft viel mehr Mühe, als die Arbeit, welche sie hervorrief, und weit mehr als sie verdienen.

Vieles Schiefe in der Auffassungsweise hängt auch davon ab, dass der Forscher ein zu beschränktes Gebiet bearbeitet. Durch Ueberschauung und mehr allseitige Durchmusterung der den Gegenstand berührenden Felder gewinnt er eine unbefangenere und sicherere Auffassung. Wie oft kommt es nicht vor, dass er nach Beendigung einer Untersuchung und dem Uebergang zu einem angrenzenden Gebiete erst dort findet, dass er eine schiefe Anschauung erhalten hat und das erste Feld von einem neuen Gesichtspunkte aus bearbeiten muss.

Diese Auffassung war es, welche uns veranlasst hat, ein grösseres Gebiet zu überblicken und möglichst genau zu durchforschen. Eben darin liegt, unserer Meinung nach, ein Hauptverdienst der vorliegenden Arbeit. Zwar ist es ohne Zweifel viel angenehmer, auf einem Felde nur die zuerst und am leichtesten zu gewinnenden Früchte zu pflücken. Nicht selten erhalten wir die besten eben am Anfang der Untersuchung, während die übrigen unsern Bemühungen oft hartnäckig widerstehen. Jedenfalls erfordert eine solche eingehendere Ausführung viel Mühe und Geduld, und eigentlich wird doch nie etwas in dieser Hinsicht beendigt; immer bleiben hie und da jene ärgerlichen Zweifel und Fragezeichen zurück. Wie weit, lässt sich aber fragen, sollte nun der Forscher im bezüglichen Falle seine Versuche fortsetzen? Nach unserer Ansicht, im Allgemeinen so weit als es möglich ist, mit den ihm zu Gebote stehenden Hülfsmitteln — Instrumenten und Methoden — vorzudringen. Dann soll er ehrlich das wirklich Gefundene und das Zweifelhafte genau trennen und das Letztere nie verhehlen. Die ihm ärgerlichen Fragezeichen sind ja eben die Anreger kommender Forschungen.

Es sind somit einige der Prinzipien angedeutet worden, nach welchen wir versucht haben zu arbeiten; in wie weit es uns gelungen ist, denselben immer treu zu bleiben, wollen wir nicht selbst beurtheilen.

Noch ein Umstand dürfte aber hier zu berücksichtigen sein. Wir meinen die Behandlung des geschichtlichen Theils der betreffenden Fragen. Vielleicht scheint es dem Einen oder Anderen, dass wir in dieser Hinsicht eine zu grosse Ausführlichkeit angewandt haben. Eingehende Studien der bezüglichen anatomischen Literatur haben uns indessen gelehrt, dass schöne Beobachtungen aus der vergangenen Zeit oft von einer späteren wenig berücksichtigt oder ganz vergessen worden sind. Meist hat dies wohl darin seinen Grund, dass die bezüglichen Untersuchungen zur Zeit ihres Hervortretens zu geringe geschätzt oder wohl gar nicht verstanden wurden. Nicht selten sind ja Entdeckungen gemacht, die ein verflossenes Zeitalter schon für sich in Anspruch nehmen darf. Es erschien uns deswegen mehr und mehr als Pflicht die betreffende Literatur sorgfältig durchzugehen, die Entdeckungen und Beobachtungen Anderer der Vergessenheit zu entziehen und im Allgemeinen das Verdienst eines Jeden so unparteiisch als möglich anzuerkennen. Deswegen haben wir in der vorliegenden ersten Hälfte unserer Arbeit zuerst eine allgemeine Uebersicht der bisherigen Angaben betreffs der Häute und der serösen Räume der nervösen Centralorgane sowie der damit zusammenhängenden Fragen der Zeitfolge nach geliefert und dann jeder einzelnen Abtheilung einen kurzen historischen Rückblick voran geschickt. In der zweiten Hälfte werden wir denselben Principien folgen.

Es ist in der Geschichte der Wissenschaft kein seltenes Vorkommniss, dass dieselbe Entdeckung gleichzeitig von verschiedenen Forschern und doch unabhängig von einander gemacht wird. Es scheint ja oft, als ob die Entdeckungen, wenn die nöthigen Vorarbeiten ausgeführt sind, gewissermassen von selbst hervortreten. Während so langwieriger und brennende Fragen betreffender Arbeiten wie die unsrigen ist dies »gleichzeitige Hervortreten» natürlicherweise mehrmals eingetroffen. Wir werden bezüglich dieser Verhältnisse, unseren Prinzipien gemäss, uns nie auf Prioritätsstreitigkeiten einlassen, durch welche die Wissenschaft nichts gewinnt, und haben uns deswegen darauf beschränkt, in der geschichtlichen Einleitung über das von uns in einigen vorläufigen Abhandlungen ebenso wie über das von Anderen Veröffentlichte der Zeitfolge nach einfach zu referiren. Wir haben uns consequent Controversen ferngehalten, indem wir soviel als möglich wörtlich die Ansichten eines jeden Verfassers anführten und dann in besonderen Abschnitten unsere eigenen Untersuchungen und Anschauungen mittheilten.

Es schien uns vom Anfang unserer Arbeiten an, dass ein sehr wichtiges Erforderniss für den Aufschwung der Histologie die Herstellung möglichst getreuer Abbildungen sei. Zwar hängt der Fortschritt dieser wie anderer Wissenschaften grösstentheils von der Erfindung guter Forschungsmethoden ab. Die Befestigung der durch diese Methoden zu gewinnenden Resultate beruht aber unserer Meinung nach in vorzüglichem Grade auf sorgfältig ausgeführten und hinreichend zahlreichen Abbildungen. In dieser Hinsicht haben wir deswegen weder Mühe noch Opfer gespart. Nur wer es versucht hat, eine grössere Reihe von getreuen histologischen Abbildungen zu liefern, kennt indessen alle die Schwierigkeiten, welche sich einer solchen Arbeit entgegenstellen. Es reicht nicht hin, durch umfassende Untersuchungen sich eine eigene Ueberzeugung zu verschaffen; man muss auch möglichst gute und den in die betreffende Wissenschaft uneingeweihten Zeichnern deutliche Präparate vorlegen; dies kostet nicht selten unverhältnissmässig viel Zeit. Dann aber muss man immerfort die Ausführung dirigiren und controlliren. Wenn man endlich eine die Natur möglichst genau wiedergebende Zeichnung erhalten hat, muss sie für das Graviren einem anderen Artisten, der nicht einmal die betreffenden Präparate gesehen hat, übergeben werden; wie viel hängt dann nicht von seiner Auffassung und seinem Feingefühl ab, dass das Endresultat wirklich dem Bilde entspricht,

welches das ursprüngliche Präparat ergab. Nach und nach kann sich in dieser Weise die Abbildung ziemlich weit von der Natur entfernen. Im Bewusstsein dieser Umstände haben wir uns unter gefälliger Beihülfe ausgezeichneter Artisten bemüht, jenen Gefahren möglichst zu entgehen.

Wir erfüllen hier eine angenehme Pflicht, den Herren Artisten, welche uns hierin mit ihrer Geschicklichkeit, ihrem Interesse für die Sache und ihrer Ausdauer zur Seite standen, unseren besten Dank abzustatten. Wir sind so glücklich gewesen, einen so einsichtsvollen Zeichner wie den Herrn N. O. Björkman zu unserem Beistand gehabt zu haben, und wir danken ihm bestens für die Sorgfalt, welche er bei der Ausführung der so viel Geduld erfordernden Zeichnungen bewiesen hat. In gleicher Weise sind wir dem Herrn Th. Lundberg, welcher während mehrerer Jahre bereitwillig uns seine geschickte Hand geliehen hat, verpflichtet. Betreffs des Gravirens und des Druckes der Tafeln sind wir den Herren Schlachter und Seedorff in Stockholm (Centraltryckeriet) für die von ihnen meisterhaft ausgeführten Tafeln sehr verbunden. Ebenso fühlen wir uns der Firma J. G. Bach in Leipzig für die Bereitwilligkeit, mit welcher dieselbe uns ihre besten Kräfte zur Disposition gestellt hat, nicht weniger dem Herrn W. Grohmann in Berlin für seine schönen Kupfertafeln, welche in der zweiten Hälfte des Werkes erscheinen werden, sowie auch den anderen geschickten Künstlern, welche uns bei der Ausführung der Tafeln Beistand geleistet haben, zu Danke verpflichtet.

Der Firma P. A. Norstedt & Söner in Stockholm, welche die typographische Ausstattung des Werkes besorgt hat, sprechen wir für ihr wohlwollendes Entgegenkommen unsere Verbindlichkeit aus.

Eine so speciell wissenschaftliche Arbeit wie die vorliegende in unserer Muttersprache zu veröffentlichen schien uns wegen des dadurch gar zu beschränkten Leserkreises nicht geeignet. Von den internationalen Sprachen haben wir die deutsche gewählt, weil wir mit derselben am meisten vertraut sind. Die Fehler und nicht ganz zutreffenden Ausdrücke, welchen man bei dem Gebrauch einer fremden Sprache natürlicherweise nicht entgehen kann, mögen dadurch entschuldigt werden, dass die Arbeit von uns selbst in deutscher Sprache geschrieben ist. Jedenfalls dürften dadurch weniger sinnstörende Fehler begangen worden sein, als wenn ein mit der Sprache aber nicht mit dem Inhalte Vertrauter die Uebertragung ins Deutsche ausgeführt hätte.

Stockholm im November 1875.

Axel Key. **Gustaf Retzius.**



Verzeichniss der verschiedenen Abtheilungen des Textes der ersten Hälfte.



Geschichtliches über die Kenntniss der Häute und der serösen Räume des Gehirns und Rückenmarks.

Es kann hier nicht unsere Absicht sein, alle Angaben der Verfasser über die betreffenden Fragen, von den ältesten Zeiten bis auf unsere Zeit, anzuführen und zu durchmustern. Uns gehört es nur, jeden bestimmten Fortschritt so wie auch jeden Rückschritt in der exacten Erforschung dieser Fragen hervorzuheben und die mehr bezeichnenden Ansichten jeder Zeit zu betonen. Deswegen werden wir hier im Allgemeinen nur solche Angaben besprechen, welche auf einer mehr selbstständigen Untersuchung gestützt zu sein scheinen. Das übrige wird summarisch angeführt.

Der übersichtlichen Darstellung wegen könnte es vielleicht wünschenswerth erscheinen, die Geschichte der weichen und der harten Haut in besonderen Capiteln abzuhandeln. Es hat sich aber bei einem Versuch in dieser Richtung gezeigt, dass dies schwer auszuführen ist, weil die historischen Data dieser Bildungen oft so innig mit einander verflochten sind, dass eine solche Trennung in mehrfacher Hinsicht eine künstliche wurde. Deswegen sind sie hier unten, in zeitlicher Folge, zusammen besprochen worden. Auch die Lymphbahnen der Sinnesorgane mussten wegen ihrer Verbindung mit den serösen Räumen der Centralorgane in Zusammenhang mit diesen behandelt werden. In Folge davon soll am Anfang der besonderen zu dieser Abtheilung gehörenden Capitel unserer eigenen Untersuchungen ein kurzer Rückblick auf die wichtigsten geschichtlichen Data gemacht werden. Die Geschichte der sonst auch zu den Häuten des Gehirns gehörenden Pacchionischen Granulationen konnte indessen ohne Zwang zu einer von der Geschichte der Häute abgetrennten Abtheilung geführt werden und ist deswegen als ein Anhang unten beigefügt.

Hier werden also zunächst folgende Bildungen berücksichtigt:

Die weiche Haut (die Arachnoidea, das Subarachnoidalgewebe, die Pia propria), **die harte Haut** (die Dura mater), **die serösen Räume der nervösen Centralorgane und ihre Verbindungen mit den Lymphbahnen der Sinnesorgane und dem peripherischen Lymphgefäss-system.**

Nach Galenus [1]) wird das Gehirn von zwei Membranen umgeben. Die eine, welche gefässreicher ist, liegt dem Gehirn an. Die andere (*μήνιγξ ἡ σκληρὴ, meninx dura*), welche sehniger (nervosior) ist, befindet sich nach aussen von der ersteren, haftet mehr an einigen Theilen des Schädels an, dringt durch die Suturen hinaus und hängt mit dem Pericranium zusammen. Er erwähnt, dass die innere dünne Haut (*μήνιγξ ἡ λεπτὴ, meninx tenuis*) in die Ventrikel eindringt, will aber nicht, wie mehrere andere ältere Anatomen, diesen Theil besonders Plexus chorioides nennen. Das Rückenmark ist ebenso wie das Gehirn von Membranen umgeben [2]), nur mit dem Unterschied, dass an jenem keiner Raum zwischen denselben vorhanden ist, was aber am Gehirn der Fall sein soll, und ferner dass am Rücken-

[1]) Opera omnia. T. III. Ed. Kühn. p. 710. [2]) l. c. T. IV. p. 113.

mark noch eine dritte mächtige sehnige Membran die übrigen umgiebt. Galenus nimmt an, dass das Gehirn pulsirt, das Rückenmark aber nicht, und dass deswegen an jenem der erwähnte Zwischenraum vorhanden sei, an diesem nicht. Die dritte Membran schützt das Rückenmark bei den Bewegungen des Rückgraths und ist auch auswendig von einer viscösen Flüssigkeit umgeben [1]). Betreffs der aus dem Gehirn stammenden Nervenwurzeln spricht sich Galenus [2]) entgegen der Auffassung von Erasistratus aus, welcher sie nicht vom Gehirn, sondern eben aus den Membranen ihren Ursprung erhalten liess. Jeder Nerv ist nämlich nach Galenus mit drei Substanzen versehen. Der mittlere und grössere Theil entsteht aus dem Gehirn selbst; er wird erstens von einem Fortsatz der dünnen, zweitens von einem der dicken Membran rings umfasst; Erasistratus mag also nach Galenus nur diesen äusseren, von der dicken Membran stammenden Theil der Nerven gesehen haben.

Die vorderen Ventrikel des Gehirns stehen, nach Galenus, durch eine Oeffnung mit dem Ventrikel des hinteren Gehirns, oder des Cerebellum, in Verbindung. Der Spiritus animalis, der in dem vorderen Ventrikel bereitet werde, könnte durch diese Oeffnung in den letzteren hineinkommen. Die Purgation der Ventrikel von den überflüssigen und excrementiellen Theilen geschehe durch Oeffnungen der Hirnhäute und des Schädels nach der Nase und dem Gaumen hin. Galenus sagt, dass die Ventrikel von dem Spiritus animalis gefüllt sind; Wasser scheint er aber in der That nicht, soweit wir es finden können, in den Ventrikeln gesehen und erwähnt zu haben.

Vesalius [3]) sagt bei der Beschreibung der Membrana dura cerebri, dass ihre »innere Fläche von einer wässrigen Flüssigkeit viel mehr benetzt ist als die äussere und viel mehr weissglänzend». Er schildert die Cavität der Membrana dura als ein wenig räumlicher als die Gehirnmasse selbst zusammen mit der Membrana tenuis; dies eben, um nicht die Ausdehnung und Zusammenziehung der Gefässe der Membrana tenuis zu hindern. Mit den austretenden Nerven und mit der Medulla dorsalis sendet auch nach Vesalius die Membrana dura Fortsätze wie Häute um dieselben hinaus. An der inneren Schädelfläche findet sich kein besonderes Periost. Mit dem Pericranium steht diese Membran, wie schon Galenus gesagt, durch die Suturen in Verbindung. Die Membrana tenuis bedeckt überall die Oberfläche des grossen und kleinen Gehirns mit Ausnahme des Corpus callosum, und sie sendet Fortsätze in alle Furchen des Cerebrum und Cerebellum, sowie auch in die Ventrikel des Cerebrum. Diese Membran wird an ihrer äusseren Oberfläche von einer wässrigen Flüssigkeit benetzt [4]). Betreffs der Ventrikel endet ihr absteigender Gang (ductus) nicht in das Geruchsorgan oder in die Sehnerven, noch weniger perforirt er das Geruchsorgan in dessen Continuität, sondern führt den Schleim (pituita) durch das Infundibulum in die Glandula pituitaria hinab, von wo dieselbe schon, mittelst zwei Paar Ausführgänge, das vordere Paar durch dieselben Canäle des Schädels wie das das zweite Nervenpaar durchlassende, das hintere durch die Foramina lacera (?), nach dem Gaumen und der Nasenhöhle geführt wird. Die Ventrikel sind nicht, wie Galenus gesagt, der Sitz des Geruchsorgans. Der Schleim wird gar nicht, was ganz unrichtig ist, durch den im Dach der Nasenhöhle befindlichen, wie ein Sieb oder ein Schwamm durchlöcherten Knochen, durch die hohlen Geruchsorgane, wie durch einen Canal, herabgeleitet. Die ganze Ventrikeloberfläche ist schlüpfrig und mit einer wässrigen Flüssigkeit überzogen, und bei Dissectionen erscheint sie (der Ventrikel?) zuweilen mit derselben gefüllt. Die Ventrikel des grossen Gehirns haben zwei Ausführgänge (meatus); der eine ist der schon erwähnte, durch das Infundibulum gerade nach dem Cyathum führende, der andere ist der Gang, der nach den vierten Ventrikel führt; sie werden beide von ihm in ihren Beziehungen zu den umgebenden Theilen ziemlich genau beschrieben. Der vierte Ventrikel hält nur wässrige Flüssigkeit, die übrigen drei aber noch dazu Plexus. Die Ventrikel des grossen Gehirns sind nach ihm nicht, wie Galenus und seine Nachfolger es beschrieben haben, von einer Membrana tenuis, wie das grosse Gehirn selbst, bekleidet.

Vesalius betrachtet sonst die Ventrikel nur als Cavitäten und Sinus, in welchen die durch die Inspiration eingezogene Luft und der vom Herz nach ihm übergesandte Spiritus vitalis durch die besondere Materie und Beschaffenheit des Gehirns in den Spiritus animalis verwandelt wird, welcher dann in die verschiedenen Nerven ausströmt und ihnen ihre specifischen Functionen verleihet.

---

[1]) Diese viscöse Flüssigkeit Galen's befand sich also nach aussen von der dritten, die Dura umgebende, Membran, und nicht nach innen von der Dura, wie Jodin (Magendie: Recherches physiol. et cliniques sur le liquide cephalorachidien 1842) es aufgefasst hat. Sie hat also gar nichts mit der Cerebrospinalflüssigkeit zu thun [2]) l. c. T. V. p. 602. [3]) Opera omnia anatomica et chirurgica. Cura Boerhave & Albini. De corporis humani Fabrica Lib. VII p. 537 & sequ. [4]) Bei Magendie wird, nach Dr d'Aremberg, erwähnt, dass Vesalius schon die Existenz der Arachnoidea durch die Flüssigkeit, welche sie secernirt, erkannt hatte. Dies ist aber nicht richtig. Vesalius spricht nicht von einem besonderen Blatt der Membrana tenuis, sondern sagt nur, dass ihre Oberfläche von einer wässrigen Flüssigkeit benetzt ist.

Betreffs des Sehnerven sagt VESALIUS, dass derselbe von den Membranæ tenuis und dura des Gehirns begleitet und umgehüllt wird (An seinen Abbildungen giebt er auch diese beiden Häute wieder). Am Auge geht die Membrana dura in die Membrana dura des Auges, die Membr. tenuis in die Uvea des Auges über; innerhalb derselben breitet sich der Sehnerv selbst als eine Membran (involucrum) aus.

Nach WILLIS [1]) ist die Ansicht der Aelteren, dass die Gehirnventrikel als Fabriken für die Bereitung der Spiritus animales anzusehen sind, nicht richtig. Die der Neueren dagegen, dass sie Cloaken seien, wo sich ein excrementitieller Stoff ausammelt, ist nach ihm sehr wahrscheinlich, und wird sogar dadurch bestätigt, dass man die Ventrikel oft nach dem Tode mit Wasser gefüllt findet; in mehreren Zuständen, besonders bei Kopfkrankheiten, bei soporösen Krankheiten, bei hydropischen Gehirnen, ist das der Fall; das Wasser sammelt sich dabei allmählig. Durch das Infundibulum sowohl als durch das Os cribriforme scheinen die Ventrikel ihren Abfluss zu haben. Zwar kann man bei der Untersuchung keine Oeffnungen finden; es ist aber anzunehmen, dass während des Lebens solche existiren. Durch das Infundibulum fliesst das Wasser in die Glandula pituitaria hinein, und von da wird es in die Blutgefässe aufgenommen. Mehr zweifelhaft ist der andere Abflussweg durch die Processus mamillares und das Os cribriforme in die Nasen- und Gaumenhöhle hinein. Unter den Corpora quadrigemina findet sich eine Höhle oder ein langer und schmaler Canal, welcher nach dem unter dem Kleinhirn liegenden Ventrikel führt und in ihn sich öffnet; dieser Canal leitet die Flüssigkeiten des genannten Ventrikels nach dem Infundibulum. Das hintere Ende ist von einer feinen Membran bedeckt, die, den Umfang des Kleinhirns umgebend, den Abfluss der Flüssigkeiten nach hinten hindert; zuweilen geschicht es doch, dass durch die Ueberfüllung die Membran berstet, und dann fällt die wässerige Flüssigkeit an der Basis des verlängerten Markes herab, die Wurzeln der Nerven comprimirend und convulsive Affectionen und starke Syncope verursachend; in Leichen soll WILLIS dies oft wahrgenommen haben.

Nach VIEUSSENS [2]) ist die Pia meninx eine sehr feine, aus Fasern gebildete und durchsichtige Membran, welche das ganze Gehirn und die davon abgehenden Nerven umhüllt, sich aber dann, in den Vertebral-Canal hinabsteigend, in zwei Membranen spaltet, von denen die äussere das Rückenmark und dessen austretende Nerven umfasst, die innere das Mark eng umschliest und auch die Nerven bekleidet.

In den Ventrikeln findet sich eine wässerige Flüssigkeit, welche aus den Arterien der Glandulæ pituitaria, pinealis und chorioideæ abgesondert wird. Diese Flüssigkeit kann nach VIEUSSENS' Versuchen nie nach unten von dem Aquæductus Sylvii aus den Ventrikeln des grossen Gehirns hinabsteigen. Die des vierten Ventrikels kann nicht in den dritten Ventrikel kommen. Was wird denn aus dieser wässrigen Flüssigkeit? Die Membrana pituitaria ist entschieden nicht für ihren Abfluss bestimmt; VIEUSSENS bekämpft diese Ansicht der Aelteren. Sie wird aber von der Glandula pituitaria aufgesammelt und fällt in die beiden Receptacula, die an den Seiten der Sella turcica liegen; ein anderer Theil fliesst durch die Venen in den vierten Sinus. VIEUSSENS hatte viele Leichen geöffnet, bei welchen er Wasser bald nur in den Ventrikeln des Gehirns, bald in diesen und unter der Dura mater zugleich gefunden. Wenn es sich an der Oberfläche des Gehirns befindet, entsteht Hydrocephalus ohne Paralysie der unteren Theile des Kopfes; findet es sich zwischen der Pia und der Dura mater, ensteht auch Hydrocephalus ohne Paralysie, wenn die Flüssigkeit nur um das grosse Gehirn liegt; aber mit Paralysie, wenn sie um das kleine Gehirn ausgebreitet ist. Im letzteren Falle werden nämlich die spinalen Nervenwurzeln comprimirt, weil dabei die Flüssigkeit durch ihre Schwere in den Vertebralcanal hinabfällt. Der Bestätigung wegen räth VIEUSSENS, Injectionen von Flüssigkeiten anzustellen; man trage den hinteren Theil der Wirbel ab, mache eine Ligatur um das Rückenmark und eine Incision an seinen Hüllen oberhalb der Ligatur; dann trage man die Parietalknochen ab, mache eine Incision an der Dura mater, führe an dieser Stelle eine Flüssigkeit hinein, welche die Dura mater erhebt: Sie bleibt vollständig im Schädel zurück, kein Tropfen steigt in das Rückenmark hinab. Wenn man aber die Flüssigkeit unter der Dura des Kleinhirns einführt, fällt sie um das Rückenmark herunter. Nach VIEUSSENS scheint die wässerige Flüssigkeit der Hirnventrikel kein wirkliches Excrementum zu sein.

PACCHIONI [3]) hat eine ausserordentlich ausführliche Arbeit der »Dura meninx» gewidmet und hat ihr sogar sehr merkwürdige Eigenschaften zugeschrieben, welche er durch Untersuchungen ihrer Structur und Beobachtungen

[1]) Cerebri anatome nervorumque descriptio et usus. Amstelodami 1664. [2]) Nevrographia universalis Francofurti 1690. (Vergl. JODIN'S Darstellung in MAGENDIES Recherches physiologiques et cliniques sur le liquide céphalo-rachidien ou cérébro-spinal. Paris 1842).
[3]) ANTONIO PACCHIONI regiensis medici et anatomici romani Opera. Editio quarta. Romæ 1741. Duræ meningis detecta nuperrime fabrica et usus etc. Epistola ad Fantonum 1712 und 1729. Epistola ad Schrokium 1705 etc.

am Krankenbett sowie durch Experimente am lebenden Thier zu stützen suchte. Er sah in der Dura »einen membranösen Muskel eigenthümlicher Art, dreibäuchig und viersehnig». »Zwei dieser Muskelbäuche sind obere und enthalten das Grosshirn, der dritte liegt unten und hinten und umkleidet das Kleinhirn». Dieser musculöse Apparat ist in fast beständiger oder schnell und rhytmisch wiederholter Zusammenziehung begriffen, um das Gehirn und seine Drüsen zu comprimiren. Die besonderen Fibergruppen der Dura wurden von PACCHIONI, dieser Auffassung gemäss, in eingehender Weise beschrieben. Im Sinus longitudinalis fand er und schilderte die nach ihm genannten Glandulæ Pacchioni, die er als lymphatische Drüsen ansah, und von welchen, nach ihm, fadenartige Ausführgänge zwischen den Fasern der Dura verlaufend und der Pia anhaftend, in den Zwischenraum zwischen den beiden Häuten sich öffnen (S. unten). An einigen Stellen spricht er von einer in der Pia befindlichen Lympha, welche die Räume zwischen den Windungen des Gehirns erfüllt; sie findet sich auch im Vertebralcanal rings um das Rückenmark. In der Pia verlaufen nämlich Lymphgefässe, welche die Blutgefässe begleiten; besonders die Furchen werden von ihnen mit Feuchtigkeit versehen. Ueberall wo die Pia das Gehirn bekleidet, sowohl ihre Rindenwindungen, die Interstitien, und die an der Sichel liegenden Wände bis zum Corpus callosum, wird sie von Lymphgefässen begleitet; ob aber diese die Marksubstanz des Gehirns durchdringen, konnte PACCHIONI, trotz vieler Anstrengung, nie darthun. In den Ventrikeln des Gehirns sammelt sich in gewissen krankhaften Zuständen eine Flüssigkeit; es scheint nothwendig zu sein, eine etwaige Verbindung zwischen ihr und der Lymphe der Pia zu finden. Wahrscheinlicher Weise geht diese Lymphe, sowie die Dura selbst, in das innere Ohr hinein; durch dieses sowie durch die Nasenhöhle hat sie auch einen Abfluss.

Früher wurde am Gehirn die Arachnoidea nicht von der Pia mater geschieden, sondern mit ihr zusammengeführt. VAROLI scheint der Erste gewesen, welcher sie, an der Basis des Gehirns, als eine besondere Membran demonstrirt hat. Dann hat CASSERIO sie dort abgebildet. An der Convexität des Gehirns aber hat RUYSCH zuerst diese »mittlere Membran, welche zwischen der Dura und der Pia liegt», durch Aufblasen nachgewiesen [1]); er nannte sie »Arachnoidea» [2]).

Nach WINSLOW [3]) besteht die Pia mater des Gehirns aus zwei sehr feinen Blättern, von welchen das innere der Oberfläche in allen den Furchen folgt, das andere, die sog. Membrana arachnoides, welches die Furchen überbrückt, durch zelluläres Gewebe mit dem inneren nicht sehr innig und an einigen Stellen der Basis des Gehirns sogar nicht befestigt ist. In beiden Blättern sieht man »eine andere Art feiner Dupplicature, welche Gefässe enthalten», die durch Injection oder Inflammation hervortreten. Der dritte Ventrikel des Gehirns, der »natürliche Canal» von WINSLOW, »öffnet sich nach vorn in das Infundibulum unterhalb des Foramen commune anterius, durch welches es auch mit den lateralen Ventrikeln communicirt». Am Rückenmark ist die Arachnoides von dem inneren Blatt der Pia sehr distinkt und kann durch Aufblasen als eine durchscheinende Haut ausgespannt werden; sie adhärirt mehr an dem unteren als an dem oberen Theil. Zu jedem Nervenstamme giebt sie in derselben Weise wie die Dura Verlängerungen ab.

Die Hüllen des Centralnervensystems wurden allmählig in ihren gröberen anatomischen Verhältnissen genauer beschrieben. So z. B. von LIEUTAUD [4]). Von der Pia des Gehirns sagt er, dass sie aus zwei Lamellen besteht, welche durch eine zelluläre Substanz vereinigt sind. Die äussere hat nur die Ausdehnung, welche nothwendig ist, um das ganze Gehirn zu bedecken. Die innere senkt sich der Oberfläche folgend in alle Furchen der Windungen hinein. Die Venen verlaufen in den Furchen und zwischen den beiden Lamellen. An der Basis des Gehirns trennen sich die beiden Lamellen leicht von einander, wenn man sie erhebt. Das äussere Blatt wurde von einigen »als eine dritte Hirnhaut» (tunica arachnoidea) angesehen. »Das zelluläre Gewebe, welches zuweilen seine Lamellen zu vervielfältigen scheint, hat die Anleitung zu dieser unrichtigen Auffassung gegeben». Von der Pia des Rückenmarks sagt er, dass sie »aus mehreren Blättern besteht». Er beschreibt die Ligamenta denticulata als Aufhängungsbänder des Rückenmarks. Vor Allem muss aber bemerkt werden, dass er, wie WINSLOW u. A., die Oeffnungen zwischen den Seitenventrikeln beschreibt und noch dazu angiebt, dass diese Ventrikel dadurch auch mit dem dritten Ventrikel in Verbindung stehen. Er giebt eine gute Darstellung der makroskopischen Verhältnisse der Dura des Gehirns; wir glauben bei ihm sogar eine Angabe über die von uns selbst und TROLARD neulich entdeckten, von Pacchionischen Granulationen erfüllten Höhlen an den Seiten des Sinus longitudinalis gefunden zu haben (S. unten). Sonst sagt er, wie auch viele andere, von der Dura, dass sie aus zwei Schichten besteht. Ueber die Dura spinalis

---

[1]) Nach HALLER: Bibliotheca anatomica. T. I. 1774. [2]) Nach einem Briefe an GOELICKE 1697. S. GOELICKE: Introductio in historiam litterariam anatomes. Francofurti ad Viadrum 1738. [3]) Exposition anatomique de la structure du corps humain. Paris 1732. [4]) Essais anatomiques. Paris 1742.

bemerkt er, dass ihre Scheide viel räumlicher ist als das Rückenmark, und dass zwischen ihr und dem Wirbelkanal ein reichliches zelluläres und fettiges, viele Venen enthaltendes Gewebe vorhanden sei.

Haller [1]), der sich auf das gesammte Wissen seiner Zeit stützte, schildert die Arachnoidea spinalis als eine sehr dünne, aber doch feste, zusammenhängende, von der Pia mater vollständig getrennte Membran, die vom Rückenmark weit absteht, die zwar in der Halsregion mittelst zellulösen Gewebes der Pia anhaftend gefunden wird, in der Lumbalregion aber freier ist. Hier findet sich nicht selten, am Foetus doch öfter, ein wenig Wasser, als dessen Quellen Haller die kleinen Arterien der Dura spinalis ansieht. »Ich zweifle nicht» sagt er hier, »dass das angesammelte Wasser aus den Hirnventrikeln bis dahin hinabsteigen kann.» Nach oben geht die Ar. spin. um den Pons in die Arachnoidea cerebri über. Diese ist viel mehr mit der Pia verwachsen, geht aber nie in die Furchen hinein, sondern überbrückt dieselben und enthält nie Blutgefässe. Wenn man sie durch ein gemachtes Loch aufblässt, steigt sie von der Pia herauf und erhebt sich zwar in Blasen; sie ist aber durch feine zellulöse Fasern an die Pia geheftet; grössere Höhlen entstehen nur an solchen Stellen, wo die Fasern sparsamer sind. Dergleichen Fasern heften auch innerhalb der Arachnoidea in den Furchen die einander zugekehrten Flächen der Windungen zusammen. »In diese Höhlen wird nicht selten Wasser ergossen, wie ich selbst gesehen habe, und zuweilen, aber seltener, Fett». Die Arachnoidea cerebri kann nicht als das äussere Blatt der Pia aufgefasst werden, noch entsteht aus ihr die Hülle, welche die Gehirnventrikel bekleidet. Am Rückenmark bildet die Arachnoidea eine Scheide um die einzelnen Nerven. Die Pia mater folgt aber der Fläche des Gehirns und dringt mit ihr in alle Furchen hinein. In den vorderen Ventrikel (ventriculus anterior [2]) geht sie überall vom hinteren Gehirnlappen hinein, und als Velum triangulare ausgespannt, legt sie sich schön gefässreich, breit über Eminentiæ quadrigeminæ, Conarium, Thalami optici, an den Seiten in die Plexus chorioidei übergehend. Die Pia mater cerebri empfängt sehr zahlreiche Blutgefässe, sei es, dass sie doppelschichtig ist, oder vielmehr, dass ein sehr feines Zellgewebe die Gefässe zusammenbindet. Längs dem Rückenmark wird die Pia mater durch das Ligamentum denticulatum an die Dura mater geheftet. Zwischen der Dura und der Arachnoidea wird ein sehr sparsamer Thau (ros) ausgedünstet, welcher die betreffenden Flächen feucht erhält. In den Ventrikeln findet sich nach Haller ein Dampf (vapor). »Dass nicht das Dach des Ventrikels mit dem Boden verwachse, wird durch den Dampf erreicht, welcher überall von der bekleidenden Membran des Ventrikels und von den sog. Plexus ausdünstet, und der mit einer mässigen Feuchtigkeit (mador) die ganze innere hohle Oberfläche benetzt. Weil aber diese Ausdünstung (halitus) mässig ist, sammelt sie sich nicht immer zu Wasser, und sie mangelt zuweilen den frischesten und unbeschädigsten Leichen. Dies hat sie mit dem Wasser des Pericardium und mit der Ausdünstung der Pleurahöhle und des Abdomens gemein». »Im lebenden Thier dünstet aber ein deutlicher Dampf (fumus), sei es aus der Aussenfläche des Gehirns oder aus der Ventrikelhöhle, aus. Es ist offenbar, dass dieses Wasser aus den Arterien ausdünstet, weil eine dünne Flüssigkeit, in die Arterien eingetrieben, von der ganzen Oberfläche der Ventrikel exsudirt, ein Experiment, welches ich oft wiederholt habe. Oft sah ich in den Ventrikeln, wie ich erwähnt habe, gefärbte Leimabgüsse, wenn ich die Arterien injicirte. Ebenso klar ist es, dass diese Flüssigkeit (humor) von den Venen resorbirt wird. Denn, wenn ich ein reines oder gefärbtes Wasser oder in Weingeist aufgelösten Leim in die grösseren venösen Stämme trieb, exsudirte ebenso deutlich von derselben ganzen Oberfläche die durchdringende Flüssigkeit wie sie durch die Arterien ausdünstete.» »So oft aber die Venen in ihrem Dienste erschlaffen — wie in den chronischen Krankheiten der Fall zu sein pflegt — häuft sich die gesammelte Flüssigkeit zu Wasser an und spannt sogar die Ventrikel des Gehirns mit einer bemerkenswerthen Masse aus. Bei Apoplectischen, Soporösen, Phrenitischen, Convulsiven, Paralytischen, in epidemischen Fiebern findet sich reichliches Wasser in den Ventrikeln; noch mehr sogar bei Hydrocephalus. Bei einem hydropischen Gehirn finde ich, dass 113 Unzen, und in den Ventrikeln gelegentlich ein, zwei, drei, vier, neun, dreizehn Pfunde (libræ) gesehen sind. Es scheint diese Ausdünstung, wie andere Feuchtigkeiten, eine kleine Zeit nach dem Tode aus den Arterien gebildet zu werden; deswegen findet man einige Stunden nach dem Tode viel Wasser in den Ventrikeln. Wenn man sie an einem eben geöffneten Thiergehirn abwischt, wird sie neu producirt. Die alten, die sie oft gefunden, sahen sie als das pituitöse Excrementum des Gehirns an. Ihr Wesen ist gelatinös, und durch Einwirkung von Mineralsäuren, Weingeist oder Feuer bildet sie Membranen». So finde sich z. B. im Zellgewebe der Arachnoidea eine albuminöse coagulable Flüssigkeit. Der dritte Ventrikel communicirt nicht mit den Seitenventrikeln (v. anteriores), sobald nämlich Alles unbeschädigt ist, denn wenn diese

---

[1]) Elementa physiologiæ corporis humani. T. IV. Lausannæ 1762. [2]) Mit dem Ventriculus anterior scheint Haller hier sowohl die Seitenventrikel (v. ant. laterales) als den dritten Ventrikel (ventriculus anterior medius s. v. tertius) zu meinen; sonst meint er mit den Ventriculi anteriores gewöhnlich die Seitenventrikel.

mit Wasser gefüllt sind, findet man ihn leer, und er wird durch den sog. Plexus impositus begrenzt. Mehrere ausgezeichnete Männer, wie WINSLOW, VIEUSSENS, MARCHETT, LIEUTAUD, VAROLIUS erkennen indessen eine solche Communication. Durch das Infundibulum ist nach HALLER im frischen Zustand auch kein Weg für die Flüssigkeit nach aussen. An dem vierten Ventrikel scheint er dagegen einen Abfluss nach aussen zuzulassen; so sagt er, dass die Flüssigkeit des vierten Ventrikels schwerlich ganz und gar in den dritten Ventrikel und das Infundibulum sich begeben möchte, »weil sie dann nach oben gegen ihre Schwere hinaufsteigen müsse». Indessen scheint er eine Oeffnung des vierten Ventrikels nach unten anzunehmen. Er sagt nämlich von dem Plexus chorioideus desselben, dass »an dem Ort, wo er aus dem Ventrikel hervortritt, das Wasser leicht in den herumliegenden Raum des Rückenmarks sich begiebt». Vom Plexus sagt er sonst, dass er an den Seiten des unteren Vermis hinabsteigt und an der Basis des Gehirns unbedeckt erscheint, zwischen dem siebenten und achten Nervenpaar, hinter dem siebenten. Nach HALLER ist die Dura membrana am Rückenmark hinten und an den Seiten von einem öhligen, feuchten, in kleinen Partien angesammelten Fett umgeben; vorn findet sich ein mehr mageres, wirkliches Zellgewebe; die Dura spinalis beginnt oben wie ein Trichter erweitert; am obersten Theil des Halses ist sie weiter und platter, am mittleren mehr zusammengezogen, am unteren wieder weiter zwischen dem fünften und achten Wirbel; von da ab zieht sie sich zusammen, ist viel enger in der Dorsalregion, am untersten Theil des Rückens wieder weiter, am weitesten am ersten Lendenwirbel, dann verengt sie sich allmählig zu einem blinden konischen Ende. Die Dura des Gehirns kann, wenn auch nicht ohne Bedenken, als aus zwei Schichten zusammengesetzt aufgefasst werden. Die äussere ist das Periost des Schädels und hängt innig mit ihm zusammen. HALLER giebt eine Beschreibung von der Anordnung der Fasern sowohl in der äusseren als in der inneren Schicht der Dura und bespricht die Cribrirung derselben an den Stellen, wo die Pacchionischen Drüsen sitzen.

COTUGNO[1]) wurde der eigentliche Entdecker der äusseren Cerebrospinalflüssigkeit. Mit ihm beginnt auch die nähere Kenntniss der serösen Räume des Gehirns. Seine Darstellung ist summarisch folgende. Die Cavitas spinalis ist viel räumlicher als das Rückenmark, d. h. es giebt um dasselbe ein Raum; dieser Raum wird nur zum Theil von der Dura mater eingenommen. Zwei besondere Räume befinden sich, der eine ausserhalb, der andere innerhalb der Dura. Der äussere, also zwischen der Dura und den Wirbeln befindliche, wird immer von einem Zellgewebe (farcimen cellulosum) erfüllt, welches weich, flüssig und fetthaltig ist; bei Kachectischen ist es aber ein schleimiger Dampf (vapor mucidus), bei Hydropischen ein wirklicher Schleim (mucus verus), bei Kindern, welche während einer schweren Entbindung verstorben sind, ein blutiger Dampf (sanguineus vapor). »Der Raum aber, welcher zwischen der Scheide der Dura mater und dem Rückenmark liegt, ist immer und ganz erfüllt: zwar nicht durch das Rückenmark selbst, welches dann während des Lebens geschwellter sein sollte, auch nicht durch einen dampfigen Dunst (nubes vaporosa), was in dieser noch dunklen Sache ausgezeichnete Männer glauben; sondern durch Wasser (aqua), ähnlich demjenigen, welches das Pericardium um das Herz enthält, welches die Höhlen der Hirnventrikel erfüllt, welches das Gehörlabyrinth und endlich auch die übrigen, der freien Luft nie zugänglichen Körperhöhlen einnimmt».

Dieses Wasser findet sich indessen nicht nur um das Rückenmark vom Occiput bis zum Os sacrum, sondern es füllt auch im Schädel selbst alle Zwischenräume zwischen dem Gehirn und der Dura mater. Einige solche Zwischenräume sind immer unter der Gehirnbasis vorhanden; es pflegt auch nicht selten zu sein, dass zwischen dem übrigen Gehirnumriss und der Dura mater ein ausgeprägter, ganz deutlicher (insigne) Zwischenraum sich findet. Dies pflegt bei Kachectischen und im Alter besonders zu geschehen; in diesen Zuständen zieht sich das Gehirn zurück, und der Raum wird dann von einem wässerigen Dampf (aquosus vapor) erfüllt. Dass man diese grosse Wasseransammlung nicht früher wahrgenommen hatte, beruht auf der Weise, in welcher man gewöhnlich das Gehirn untersuchte. Man pflegte nämlich den Kopf vom Rumpfe abzutrennen; dabei fliesst die ganze Flüssigkeit (humor) von den Gehirnfurchen ab, und dies eben durch den grossen Zwischenraum, welcher an der Schädelbasis zwischen der Pia und Arachnoidea vorhanden ist, wo sie zum Rückenmark herabsteigen. Statt der am abgetrennten Kopf auf diesem offenen Weg abgeflossenen Flüssigkeit dringt aber Luft hinein und erscheint dann bei der Untersuchung in Blasenhaufen unter der Arachnoidea. Um aber die Flüssigkeitansammlung deutlich wahrzunehmen, muss man anders verfahren. Man errichte den Kopf der Leiche, trenne die Integumente ab und schneide sehr vorsichtig das Schädelgewölbe horizontal hindurch. Dann nehme man die Dura weg und entblösse so das Gehirn. Wenn man dann die vorderen Gehirnlappen hebt, sieht man das Wasser hervorquellen; und wenn das übrige Gehirn erhoben wird, sieht man den Raum unter der Vereinigung der

[1]) De ischiade nervosa commentarius. Viennæ 1770.

Nervi optici und an den Seiten der Protuberantia ovalis mit Wasser erfüllt. Dieses Wasser füllt aber noch die Scheidenhöhle (sinus vaginalis) des fünften Nervenpaares und den ganzen Meatus acusticus. Rings um den Stiel der Medulla oblongata sieht man den Zwischenraum vom Wasser erfüllt, und so auch überall um das Rückenmark. Wenn man dann die Dura in der Lendengegend entblösst und einen Stich in die Cauda equina macht, fliesst eine helle Flüssigkeit (humor limpidus) heraus; in dieser Weise entleert sich nach und nach auch die Flüssigkeit, welche den oberen Theil des Rückenmarks umgab. Wenn man statt dessen am unversehrtem Kopf die Lendenwirbel öffnet und den Durasack einschneidet, ergiesst sich hinlänglich die Flüssigkeit; wenn aber so viel von derselben ausgeflossen hat, als von selbst zu der eingeschnittenen Stelle hinabsteigt, und man dann den Kopf der Leiche erhebt und schüttelt, ergiesst sich von Neuem eine reichliche Menge Wasser. Dies hatte Cotugno bei zwanzig erwachsenen Menschenleichen wiederholt; in dieser Weise pflegte er etwa vier bis fünf Unzen Wasser zu erhalten. Dieses Wasser war bei erwachsenen Individuen oft sehr hell und klar (limpidissima), zuweilen leicht gelblich, bei Kindern, während schweren Geburten gestorben, immer röthlich und undurchsichtig.

Nun könnte man in Zweifel sein, ob der von der Flüssigkeit nach dem Tode erfüllte Raum während des Lebens leer sei, oder von einem dampfigen Dunst (nubes vaporosa) oder einem geschwellten Rückenmark erfüllt sei. Dass der Raum leer sei, ist nicht wahrscheinlich und mit den Naturgesetzen unvereinbar. Wenn während des Lebens ein dampfiger Dunst den Raum erfüllte, sollte er so reichlich vorhanden sein, dass er condensirt nach dem Tode dieselben Räume mit Wasser erfüllen konnte. Hierzu kommt noch, dass bei einigen Thieren, die von Cotugno lebendig untersucht wurden, die Existenz einer solchen Flüssigkeit, welche beim lebendigen Menschen zweifelhaft sein kann, durch die Dissection bestätigt wurde. Bei lebendigen Fischen und Meerschildkröten fand Cotugno das Gehirn und das Rückenmark von einer solchen reichlichen Flüssigkeit umgeben. Bei lebendigen Hunden und Vögeln konnte er aber keine solche Flüssigkeit wahrnehmen, weil, wie er sagt, bei ihnen das Gehirn und das Rückenmark sowohl während des Lebens als nach dem Tode so gross gefunden werden, dass sie der Räumlichkeit ihrer Höhlen entsprechen. Wenn also diese Thiere sich zur Bestätigung der Existenz des gesammelten Dampfes (vapor) sich nicht eigneten, gaben sie indessen einen guten Beweis dafür, dass das Gehirn und das Rückenmark nichts von ihrer Grösse nach dem Tode verlieren. Die, welche es für möglich ansehen, dass beim Menschen das Rückenmark während des Lebens geschwellter wäre und den fraglichen Raum erfüllte, mögen auch beachten, dass dadurch die aus dem Rückenmark entspringenden Nervenwurzeln, welche in der Leiche eben durch diesen Raum frei herablaufen, beim lebenden Menschen gefaltet und zusammengedrückt werden könnten. »Der Raum also, welcher um das Rückenmark sich findet, ist sowohl naturgemäss und mit Wasser (aqua) erfüllt, als auch bei der Leiche von dem beim lebendigen Menschen vorhandenen fast nicht verschieden». Zu diesem Wasser des Rückenmarks mischt sich ohne allen Zweifel »das Wasser, welches der Ventrikel des Kleinhirns sowohl aus den grossen Ventrikeln des Gehirns durch den Lacunar und den Aquæductus Sylvii, als auch aus den eigenen ausdünstenden Arterien empfängt: die lothrechte Lage des Kleinhirnventrikels, und der hinreichend offene Weg aus demselben zur Rückenmarkshöhle (via ad spinæ cavum satis patens) machen dieses Herabfliessen der Flüssigkeit zum Rückenmark offenbar». Die spinale Flüssigkeit ist sogar auch in ihrer Beschaffenheit von derjenigen der Hirnventrikel nicht verschieden. Die Rückenmarksflüssigkeit, aus den Enden der feinen Arterien exsudirt, wird durch feine inhalirende Venen wieder resorbirt und in dieser Weise erneut. Durch Experimente hatte sich Cotugno überzeugt [1]), dass an der inneren Fläche der Dura inhalirende Mündungen der Duravenen vorhanden seien. Er hatte nämlich gesehen, dass Quecksilber innerhalb der membranösen Cavität des Aquæductus vestibuli injicirt, und aus dieser in die feinen Venen der Dura mater getrieben, an mehreren Stellen der inneren Oberfläche der Dura exsudirt wurde. Ausser der grossen Scheide des Rückenmarks (sinus maximus vaginalis C.) werden auch für fast alle Gehirnnerven Scheiden (sinus nervorum vaginales C.) gebildet, von welchen aber drei besonders ausgezeichnet sind. Es sind dies der Sinus opticus, Sinus paris quinti und Sinus acusticus. Am Opticus enthält der Sinus, der oben durch eine Verlängerung der Dura entsteht, welche durch zellulöse Fasern an den Sehnerven geheftet ist, die Feuchtigkeit der Schädelhöhle, und diese ist, was Cotugno oft gesehen hatte, an seinem Ende, in der Nähe des Auges, angesammelt. Der Sinus paris quinti wird von der Dura mater gebildet, wo sie durch das grosse ovale Loch den Stamm dieses Nerven empfängt, und er lässt ihn innerhalb seiner Cavität bis zum Anfang der drei Zweige frei verlaufen. Den Sinus acusticus endlich enthält der entsprechende gemeinsame Nervencanal. Alle die Sinus enthalten die Nerven wie innerhalb Scheiden, und diese

---

[1]) De aquæductibus auris humanæ internæ. Viennæ 1774.

sind von der Flüssigkeit der Schädelhöhle durchflossen. Damit ihre Menge nicht zu stark wachsen soll, wird sie durch eigene aufsaugende Venen der Dura aufgenommen, deren Mündungen, wie oben gesagt, an der inneren Fläche dieser Membran hie und da wahrgenommen werden.

Mascagni [1]) fand die Blutgefässe der harten Hirnhaut von lymphatischen Stämmen begleitet, welche zusammen mit ihnen durch das Stachelloch aus der Schädelhöhle verlaufen. Einige Stämmchen sollen sich zwischen den Blättern der Dura in der Nähe des Sinus longitudinalis in die Tiefe verlieren; er hatte sie entweder mit einer Flüssigkeit erfüllt gefunden oder sie durch Injection der Blutgefässe mit farblosem Leime angefüllt.

Fr. Meckel [2]) sah in der Dura ähnliche Gefässe wie die von Cotugno gefundenen, von welchen einige über den Blutleiter laufen, andere in ihm endigen sollen; er nannte sie Vasa resorbentia lymphatica.

Monro [3]) war der erste, welcher die Verbindungsöffnungen der Seitenventrikel des Gehirns unter einander und mit dem dritten Ventrikel, die nach ihm sog. Foramina Monroi, näher beschrieb und abbildete. Am unteren Ende des vierten Ventrikels will er aber keine Oeffnung zulassen. Dieser Ventrikel »hat keine solche Verbindung mit der Rückenmarkshöhle, wie Dr Haller geglaubt hat, in dem er durch seinen Plexus chorioideus und die Pia mater vollständig geschlossen ist». Als weiteren Beleg dafür führt er an, dass in einer Reihe von hydrocephalischen Kindern, bei welchen die Hirnventrikel durch Flüssigkeit ausgespannt waren, bei Keinem Wasser in der Höhle des Rückenmarks oder zwischen seiner Pia und Dura vorhanden war.

Nach Sömmering [4]) hängt am Gehirn wie am Rückenmark die Arachnoidea nur durch schlaffes Zellgewebe mit der Gefässhaut zusammen. Die abgehenden Arterien, Venen und Nerven werden von einer Falte umhüllt, wonach die Arachnoidea zu der inneren Fläche der Dura übergeht in der Weise, dass man ihre Fortsetzung dort wahrnehmen kann. Ob sie Lymphgefässe führt, ist nicht sicher entschieden. Sehr oft trifft man zwischen ihr und der Gefässhaut schleimiges Wasser (mucosa aqua). In den Ventrikeln des Gehirns wird eine eigenthümliche Flüssigkeit abgesondert, welche Leim enthält. Bisweilen wird im krankhaften Zustand ihre Menge zu einigen Pfunden vermehrt, so dass alle Ventrikel davon ausgespannt werden. »Wenn es erlässlich ist, ein eigenes Organ des gemeinsamen Sensoriums anzunehmen, oder wenn sein eigentlicher Sitz im Gehirn ist, muss dieser mit Wahrscheinlichkeit in dieser Flüssigkeit gesucht werden».

Bichat suchte, in seiner Arbeit über die Häute [5]), der Arachnoidea nicht nur Selbstständigkeit, sondern auch die Eigenschaften einer serösen Haut zu vindiciren. Während die Pia mater eher eine zellulöse Schicht als eine deutlich organisirte Membran ist, eine Schicht, welche die zahllosen Verzweigungen des äusseren Systems der Hirnblutgefässe vereinigt und trägt, und in alle Vertiefungen der Hirnoberfläche eindringt und dieselben bekleidet, ist die Arachnoidea eine feine, halbdurchsichtige, blutgefässlose, mittelst ihrer aushauchenden und einsaugenden Gefässe die auf der glatten freien Fläche befindliche schlüpfrige Flüssigkeit absetzende und wieder aufnehmende Haut, welche, ohne in jene Vertiefungen einzudringen, von Erhöhung zur Erhöhung übergeht und oft in grossen Zwischenräumen von der Pia getrennt ist, oder einfach ohne Verbindung an ihr liegt, wie dies die Basis des Gehirns und das Rückenmark zeigen. Die Arachnoidea begleitet die Gefässe — jede Vene, welche zum Sinus longitudinalis übergeht, erhält von ihr eine Scheide — und die Nerven bis zu deren Austritt aus dem Schädel und dem Wirbelkanal. Hier aber schlägt sie sich um, und geht auf der Innenfläche der Dura mater über, welche sie in ihrer ganzen Ausdehung bekleidet, während die Pia mater sich bald auf den Nerven verliert und nie ein solches Umschlagen zeigt. Die Arachnoidea ist also ein geschlossener Sack ohne Oeffnung. Die Nervi optici, und, wie er auch andeutet, die N. abducentes, sind die einzigen Nerven, welche von ihr länger begleitet werden. Die Scheide jener setzt sich in ihrer fibrösen Umhüllung fort und schlägt sich zuerst innerhalb der Orbita auf dieselbe um. Aber die Arachnoidea dringt, nach Bichat, auch in die Hirnventrikel ein und bekleidet alle Wände dieser Höhlen. Dies geschieht, nach ihm, durch einen Canal, welchen die Arachnoidea rings um die Venæ Galeni bildet und der in den dritten Ventrikel endigt. Die äussere Mündung dieses Canals ist oval und sehr leicht wahrzunehmen. Bisweilen scheint sie aber mit ihren Rändern die Galen'schen Venen umzufassen, so dass man sie nicht finden kann, und dass man anfangs glauben könnte, hier sei eine Continuität. Wenn man dann aber eine Sonde längs der Gefässe von hinten her schiebt, und ein wenig damit durchdrungen hat, und sie rings um dieselbe geführt hat, wodurch die Adhærenzen gelöst werden, so wird die Oeffnung ganz deutlich. Um sich zu überzeugen, dass diese Oeffnung bis in den dritten Ventrikel führt,

[1]) Vas. lymphat. iconograph. [2]) De labyrinth. auris cond. 1777. [3]) Observations on the Structure and Functions of the Nervous System. Edinburgh 1783. [4]) De corporis humani fabrica. T. IV. 1798. [5]) Traité des Membranes. Paris 1799. S. auch Traité d'Anatomie descriptive. Paris 1802.

muss man eine crenelirte Sonde unter den Galen'schen Venen einführen und sie sanft vorwärtsschieben; sie dringt ohne Schwierigkeit hervor, zuweilen machen Venenzweige einen Widerstand. Wenn man aber Quecksilber durch die äussere Oeffnung einfliessen lässt, und den Kopf passend dreht, gelangt es sogleich in den dritten Ventrikel. Blässt man Luft hinein, kommt sie auch in diesen Ventrikel und von da nach den Seitenventrikeln hinein. Die innere Mündung des Canals, welche in der unteren Partie des Chorioidalgewebes verborgen liegt, lässt sich nur mit Schwierigkeit wahrnehmen; auch wenn man eine Flüssigkeit in den dritten Ventrikel ergiesst, fliesst sie nicht aus, weil ohne Zweifel die Ränder gegen einander zugedrückt werden und der Flüssigkeit einen Widerstand machen. Auch im vierten Ventrikel bekleidet die Arachnoidea die Wände, und sie sperrt da die Oeffnungen, durch welche die Pia mater eindringt, um demselben Blutgefässe zuzuführen.

Boyer [1]) beschreibt die Arachnoidea cerebri als der inneren Fläche der Dura mater anliegend, er spricht aber nicht von einem wirklichen Uebergang zu dieser Haut; ferner sagt er, dass sie mit der Pia mittelst eines sehr feinen, aber dichten, durch Luft aufzublassenden Gewebes vereinigt ist; an der Gehirnbasis und dem verlängerten Marke ist die Verbindung der beiden Häute viel geringer, an manchen Stellen sogar keine. Obwohl die grosse Dünnheit der Arachnoidea nicht zulässt, ihre Organisation wahrzunehmen, schien es doch Boyer wahrscheinlich, dass sie aus kleinen, fest mit einander verbundenen Lamellen von Zellgewebe besteht. Auch am Rückenmark liegt die Arachnoidea der Dura innig an. Von der Pia ist sie sehr gut getrennt, nur durch äusserst feine und freie Zellfasern mit ihr vereinigt. Sie ist sonst sehr dünn und ohne wahrnehmbare Organisation. Das Ligamentum denticulatum, welches Boyer zur Arachnoidea rechnet, ähnelt doch ein wenig den Sehnen. Die Pia mater cerebralis ist an der Hirnoberfläche durch ein sehr feines Zellgewebe und durch eine grosse Menge von äusserst feinen Blutgefässen, durch welche sie abgelöst wie wollig erscheint, ziemlich fest vereinigt. Sie ist übrigens sehr dünn, weich, weisslich und fast durchscheinend an der Stellen, wo sie nicht von Blutgefässen erfüllt ist; sie wird von einem Zellgewebe gebildet, dessen Lamellen sehr dünn und fest mit einander verbunden sind. »Man hat noch nicht», sagt Boyer, »in ihr Lymphgefässe oder Nerven gefunden». Auch am Rückenmark bedeckt die Pia unmittelbar mit ihrer Innenfläche die Nervensubstanz und wird durch ein Zellgewebe und durch Blutgefässe an ihr angeheftet. An der vorderen Seite des Rückenmarks zeigt sie einen glänzenden Streifen, welcher in die Längsfurche des Markes eintaucht, die darin eindringenden Blutgefässe begleitend.

Keuffel [2]) schildert die weiche Haut des Rückenmarks als »zwar nicht so dick wie die harte, aber ihrer Textur nach eben so solide und compakt». In ihr überwiegen ebenfalls die Längenfibern, welche Fibern bisher von Keinem erwähnt wurden; die von anderen Verfassern beschriebenen Querfasern sind nicht vorhanden. »Die äussere Oberfläche ist glatt und durch nichts als durch einzelne kleine Gefässe oder Fasern mit der Arachnoidea verbunden. Mehrere Blutgefässe, die nur durch kurzes Zellgewebe an sie angeheftet sind, kriechen auf ihr, besonders an ihrer hintern Fläche, theilen sich in sehr feine Aestchen, durchdringen sie dann und gehen in das Mark selbst ein». Von der inneren Oberfläche der Pia mater entspringen unter einem rechten Winkel eine zahllose Menge kleiner Fäserchen, die in das Mark und zwar bis in seinen Mittelpunkt eindringen und die der Pia mater, wenn sie vom Mark losgetrennt wird, auf der inneren Seite ein rauhes und flockiges Ansehn geben, indem sie dann alle abgerissen werden. Diese feine Fibrillen gehen wie Radien eines Zirkels gegen den Mittelpunkt, indem sie auf die mannigfaltigste Weise unter sich anastomosiren und sich durch zahllose Seitenäste unter einander verbinden. Das Volumen der einzelnen Fibrillen ist sehr verschieden. »Auf diese Art wird auch der Fortsatz der weichen Haut, der aus der Mitte ihrer vordern Seite und zwar von ihrer ganzen Länge entspringt . . . am besten ins Licht gestellt». Zu beiden Seiten, sowie vorn, bildet die weiche Haut Verdoppelungen. Die seitlichen sind unter dem Nahmen des gezähnten Bandes bekannt; der vordere bildet längs des Rückenmarks eine Scheide, in welcher die grösste Arterie dieses Theils verborgen liegt. Aus Allem, sagt Keuffel betreffs der weichen Haut des Rückenmarks, geht also hervor, »dass die sogenannte Gefässhaut des Rückenmarks eigentlich gar nicht dazu dient, die Blutgefässe zu führen, die in das Mark gehen sollen, denn diese sind nur an ihre äussere Oberfläche angeheftet, sondern dass sie vorzüglich zur Bildung und Erhaltung der Struktur des Rückenmarks bestimmt sey». Ueber die Arachnoidea hatte Keuffel nichts hinzuzusetzen. Merkwürdig und unerklärt schien ihm der Umstand, dass die harte Haut »einen weit grössern Durchmesser hat als das Rückenmark und ihr Contentum wie ein weiter Sack umgiebt». Die Cerebrospinalflüssigkeit mag ihm also nicht bekannt gewesen sein.

[1]) Traité complet d'Anatomie. T. 4. Troisième Edition. Paris 1810. [2]) Ueber das Rückenmark. Archiv f. d. Physiologie, herausg. von Reil und Autenrieth. 10 Bd. 1811.

Nach Barba [1]) erschien bei seiner mikroskopischen Untersuchung der arachnoischen Membran »ein wundervolles Gewebe von lymphatischen Gefässen; sonst sah man nichts daran». Bei noch stärkerer Vergrösserung erschien »die bewunderungswürdige Verflechtung der lymphatischen Gefässe noch deutlicher». Die Pia mater »zeigte sich voll verschieden modifizirter Blutgefässe, und ohne dies voll von lymphatischen Gefässen, die durchsichtig und netzförmig waren».

Nach Burdach [2]) besteht die Gefässhaut des Rückenmarks vorzüglich aus Längenfasern; sie ist von den abgehenden Nerven durchbohrt. An ihrer äusseren Fläche liegt die Spinnwebenhaut an, aber nur lose, bloss hin und wieder durch Fasern und Gefässe mit ihr verbunden. Die Spinnwebenhaut enthält »bloss Serum führende Haargefässe und wahrscheinlich auch Saugadern». Sie »schlägt sich, nachdem sie das Rückenmark und zunächst dessen Gefässhaut überzogen hat, in einzelne Cylinder um, welche theils leer (als sogenanntes gezähntes Band), theils als Ueberzüge der Nerven bis zur Faserhaut gehen und die innere Fläche derselben überziehn. Sie hat demnach eine innre (an die äussere Fläche der Gefässhaut sich anschliessende) und eine äussere (an der inneren Fläche der Faserhaut sitzende) Hälfte. Die einander zugewendeten Flächen beyder Hälften bilden vermöge ihrer serösen Absonderung den Dunstkreis des Rückenmarks, der zugleich die Trennung der Gefässhaut und Faserhaut aufrecht hält, und, wenn die Ausdünstung über die Rücksaugung überwiegend wird, in Wasseranhäufung ausartet». Am Gehirn folgt die Gefässhaut der äusseren Fläche genau, in alle Furchen sich einsenkend, und in den Höhlen bildet sie einen zarten Ueberzug der centralen Oberfläche, macht sich davon los, und ragt in Falten als Grundlage der Gefässgeflechte herein. »Wo die Centralhöhle sich in eine offne Spalte verwandelt (am unteren Theile der Rautengrube und an der dritten Höhle) wird diese geschlossen durch eine an den Seitenwänden befestigte, über die Spalte sich frey herüberziehende und so die obre oder hintre Wandung der Centralhöhle bildende Fortsetzung der Gefässhaut, welche sehr gefässreich ist, mit den Gefässgeflechten in Verbindung steht und Gefässplatte (Lamina chorioïdea) genannt wird. An der Grundfläche des Gehirns ist die Gefässhaut dichter. An den Nerven bildet sie eine Scheide, welche schon in geringer Entfernung vom Gehirne verschwindet, wo das Neurilema hervortritt, so dass beyde Gewebe, gleich in ihrer Bedeutung, auch in einander über zu gehen scheinen». Die Spinnwebenhaut des Gehirns schliesst sich der Gefässhaut dichter an, doch weniger dicht an den untern und hintern Theilen; sie geht aber nicht in die Furchen ein, sondern überbrückt dieselben. In der Mittellinie des Querschlitzes des grossen Hirns hat es zwar »das Aussehen, als ob sie in die Höhlen selbst eindringe, um deren innere Bekleidung zu bilden: aber die Zartheit des Epitheliums lässt keine doppelte Schicht desselben (Gefässhaut und Spinnwebenhaut) unterscheiden, und was man für die Fortsetzung der Spinnwebenhaut zu den Höhlen ansehen kann, scheint bloss eine von derselben gebildete Gefässscheide zu seyn. Überall nämlich werden Gefässe und Nerven auf ihrem Wege von der festen Hirnhaut zur Gefässhaut von Scheiden überzogen, welche die Spinnwebenhaut bildet». Ihr äusseres Blatt bekleidet die feste Hirnhaut und ist mit ihr verwachsen. »Seröse Haargefässe und Saugadern müssen wir, da eine seröse Absonderung hier offenbar statt findet, in der Spinnwebenhaut voraussetzen, so lange man sie nicht allgemeiner und bestimmter anatomisch darzulegen vermag». Die Dura sendet mit den Nerven und Gefässen bei ihrem Durchgang durch die Schädelöffnungen scheidenartige Fortzetzungen nach aussen.

Durch Magendie [3]) wurde die Cerebrospinalflüssigkeit von Neuem entdeckt und die Kenntniss sowohl von ihr als von den serösen Räumen der nervösen Centralorgane in hohem Grade befördert. Seine Darstellung ist etwa folgende. Obgleich die seröse Membran des Gehirns und des Rückenmarks gleich den meisten serösen Häuten ein Sack ohne Oeffnung ist, so besitzt sie doch eine ihr eigenthümliche Beschaffenheit, indem ihre innere, dem Gehirn und dem Rückenmark angehörige Lamelle (arachnoidea visceralis Aut.) nicht unmittelbar denselben anliegt und adhærirt. Sie ist im Gegentheil von ihnen sowohl im Leben als nach dem Tode durch einen Zwischenraum von verschiedener Grösse getrennt. In diesem Zwischenraum liegt stets eine Flüssigkeit, die Cerebrospinalflüssigkeit. Oeffnet man, sagt Magendie, bei einem lebendigen Thiere das Rückenmark an einem beliebigen Punkte, und macht man dann einen Einstich in die gespannte Dura, so fliesst sogleich eine klare Flüssigkeit aus, die zuweilen bis zu einer gewissen Höhe spritzt. Die Gestalt und die Grösse dieses Raumes ist an den verschiedenen Punkten des Hirns und des Rückenmarks sehr verschieden. Um diese Verhältnisse schön darzulegen, entblösste Magendie in

[1]) Osservationi microscopiche sul cervello e sue parti adjacenti di Antonio Barba. Seconda Edizione. Napoli 1819. (S. die deutsche Uebersetzung. Mikroskopische Beobachtungen über das Gehirn und die damit zusammenhängenden Theile. Übers. v. A. von Schoenberg. Würzburg 1819.) [2]) Vom Baue und Leben des Gehirns. Bd I, II. Leipzig 1819—22. [3]) Seine Arbeiten darüber datiren sich von 1825 an. Er sammelte dieselben in seinen Recherches physiologiques et cliniques sur le liquide céphalo-rachidien ou cérébro-spinal. Paris 1842.

frischen Leichen zuerst hinten die Dura mater spinalis und cerebralis durch Entfernen aller Wirbelbogen und des grössten Theils der flachen Schädelknochen; dann machte er an der Cauda equina einen kleinen Einschnitt, der bis in den Raum unter der Arachnoidea drang und liess die Hirn- und Rückenmarksflüssigkeit ausfliessen; statt ihrer bliess er durch eine Röhre so viel Luft ein, als der Canal fassen konnte, legte dann Ligatur an die Einschnittsöffnung und preparirte die Dura vorsichtig ab. In dieser Weise erhielt er den Raum unter der Arachnoidea in grosser Ausdehnung blossgelegt. Längs der hinteren Mittellinie dieses Raumes giebt es am Rückenmark von der Cervikalgegend bis zum unteren Theile des Rückens eine Art Raphe, ein Mediastinum posterius; es besteht aus dünnen und durchsichtigen Lamellen, die durch kleine Zwischenräume von sehr verschiedener Form und Grösse unregelmässig getrennt sind. An den anderen Punkten ist die Arachnoidea an der Pia durch viele Blutgefässe befestigt, die mit unregelmässig liegenden, aber am Halse in grösserer Anzahl als an der Dorsal- und Lumbargegend vorhandenen, zelligen Filamenten vermischt sind (das subarachnoidale Gefässzellgewebe). Die Vertheilung der Flüssigkeit um das Rückenmark ist nach vorn, nach hinten und seitlich bei den verschiedenen Bewegungen und Lagen der Wirbelsäule verschieden. Hinten vom ersten Halswirbel bis zur Cauda equina beträgt sie mehrere Linien, von diesem Punkt an nimmt sie ab und verschwindet am Sacrum fast ganz. Nach vorn ist dagegen die flüssige Schicht vom Foramen magnum bis zum zweiten Lendenwirbel sehr dünn, nimmt aber nach dem Sacrum zu und beträgt daselbst 5—6 Linien. Die Nervenwurzeln sind bis zu ihrem Austritt aus dem Vertebralkanal von der Flüssigkeit umgeben.

Auf der Oberfläche des Gehirns findet sich die Flüssigkeit überall. Am Foramen magnum, wo sie mit der in der Wirbelsäule sich vereinigt, bildet sie nach hinten unter dem kleinen Gehirn eine bedeutende Schicht, welche den Eintritt in den vierten Ventrikel umgiebt, in den sie auch eindringt. Beim Erwachsenen beträgt ihre Dicke an dieser Stelle 6—7 Linien, ihre Längenausdehnung kann bis zu einem Zoll betragen. Hier und da gehen Blutgefässe durch sie. Davon kann man sie über die ganze hintere und obere Fläche des Kleinhirns verfolgen. Sie füllt da überall das zelligvasculäre Gewebe zwischen der Pia mater und der Arachnoidea aus; in dem Zwischenraum welcher zwischen den Corpora quadrigemina nach unten, dem kleinen Gehirn nach hinten, der Glandula pinealis und dem Corpus callosum nach vorn und den Pedunculi cerebri nach unten und auf den Seiten sich findet, bildet die Flüssigkeit eine einzige Masse. Von diesem Centralpunkte aus verbreitet sie sich nach mehreren Richtungen. Nach vorn und unten erstreckt sie sich sogar in das Gewebe des Plexus choroideus und kann so in das Innere der Ventrikel gelangen; dies geschieht durch wahre Imbibition durch die Pia mater der Ventrikel, und nicht durch einen Canal oder durch eigenthümliche Canäle. Die Flüssigkeit ist über die ganze Oberfläche der Grosshirnlappen verbreitet, sowohl über die Windungen als in den Furchen. An der Basis cranii erstreckt sie sich über die ganze Gehirnfläche, hier geht sie aber kaum über die Windungen selbst, nur in die Vertiefungen oder die Zwischenräume der Windungen. Sie geht mit dem Infundibulum zur Glandula pituitaria, deren Gewebe sie durchdringt. Alle Gehirnnerven werden bis zu ihrem Austritt durch die Dura mater von der Flüssigkeit umspühlt. Das fünfte Paar wird aber noch eine Strecke von ihr begleitet; die Flüssigkeit bildet nämlich eine besondere Ansammlung in der Höhle der Dura, wo sein Ganglion liegt, sie trennt seine Fasern von einander und imbibirt sein Gewebe, so wie den Ursprung der drei von ihm ausgehenden Nervenäste. Ferner begleitet sie den Nervus acusticus und facialis bis auf den Boden des Meatus auditorius internus; sie steht in keiner directen und freien Verbindung mit der Flüssigkeit im Labyrinthe, allein die Vermischung muss leicht durch Imbibition durch die Membran erfolgen, welche das Vestibulum auf dieser Seite schliesst. Durch denselben physikalischen Mechanismus kann auch die Flüssigkeit in den Canalis spiralis des N. facialis gelangen, wohin sie auch noch durch den Canalis Fallopii gelangen kann. Das Eindringen der Hirn- und Rückenmarksflüssigkeit in die Höhlen des Labyrinths kann auch durch den Aquæductus vestibuli erfolgen, dessen ausgeschweifte Mündung beständig mit ihr angefüllt ist. Die Sehnerven verlässt sie bei deren Eintritt in die Orbita; sie benetzt die Nervi olfactorii, bis diese in die Lamina cribrosa dringen.

An gewissen Punkten der Oberfläche des Gehirns ist die Flüssigkeit in grösserer Menge angesammelt. Es sind diess die Zusammenflüsse (Confluents):

Der erste oder *hintere* Zusammenfluss ist der bedeutendste und liegt unter und hinter dem kleinen Gehirn.

Der zweite oder *untere* liegt vor dem Pons Varoli und zwischen den Pedunculi cerebri. Die Arteria basilaris befindet sich in ihm.

Der dritte oder *obere* liegt hinter und über und zu beiden Seiten der Glandula pinealis.

Der vierte oder *vordere* befindet sich vor dem Chiasma nervorum opticorum und unter der grauen Substanz, welche den dritten Ventrikel vorn und unten verschliesst.

Zu diesen Zusammenflüssen konnte man noch die kleinen flüssigen Massen rechnen, welche das Ganglion des fünften Paares rechts und links umgeben. Diess wären dann die *seitlichen* Zusammenflüsse.

Aber auch die Gehirnhöhlen enthalten immer Flüssigkeit, und diese steht in offener Verbindung mit der an der Oberfläche des Gehirns und Rückenmarks. Magendie, der die Existenz des Bichat'schen Canales ganz bestreitet, fand dagegen eine, wie er sagt, wahre, constante und normale Oeffnung, durch welche die Hirn- und Rückenmarksflüssigkeit stets geht, um sowohl in als aus dem Ventrikel zu fliessen, und diese befindet sich am unteren Ende des vierten Ventrikels an dem Punkte, welchen die älteren Anatomen den Calamus scriptorius nannten. Um sich von der Existenz dieser Oeffnung zu überzeugen, braucht man nur die Lappen des Processus vermiformis inferior des kleinen Gehirns etwas in die Höhe zu heben und aus einander zu ziehen. Ohne eine der Gefässverwachsungen dieser Kleinhirnpartie mit der Pia mater spinalis zu zerreissen, bemerkt man dann den wirkligen Ausschnitt, in den der vierte Ventrikel endigt. Seine Oberfläche ist glatt, eben und verlängert sich bis in den Ventrikel des kleinen Gehirns. Diess ist der vordere Theil der Oeffnung; die seitlichen und obern Theile werden vom Plexus choroideus und einer Marklamelle (von Magendie unrichtig Valvula Tarini benannt) gebildet, deren Ausbreitung mehr oder minder bedeutend ist, und die mit der seitlichen und hervorragenden Peripherie des vierten Ventrikels verwachsen ist. Die Gestalt und die Grösse der Oeffnung ist bei den einzelnen Individuen und je nach der Quantität der Hirn- und Rückenmarksflüssigkeit verschieden; zuweilen so gross, dass sie die Fingerspitze aufnehmen kann, wenn sehr viel von dieser Flüssigkeit vorhanden ist. Meist und bei normaler Quantität der Flüssigkeit hält die Oeffnung nur 2—3 Linien nach jeder Richtung hin im Durchmesser und wird auch häufig durch Gefässe, die von der Medulla oblongata zum kleinen Gehirn gehen, in mehre Abtheilungen getheilt. Zuweilen ist sie durch eine oder beide Arteriæ cerebelli posteriores verengert, die vor ihr hergehen. Magendie nannte diese Oeffnung die (gemeinsame) »Mündung der Gehirnhöhlen» (Orifice des cavités encéphaliques). Injectionen von Wasser oder andern Flüssigkeiten, die man durch die Wirbelsäule in den Raum unter der Arachnoidea treibt, dringen stets bis in die Seitenventrikel, nämlich vom vierten Ventrikel durch den Aquæductus Sylvii in den dritten Ventrikel und von da weiter durch die Foramina Monroi, welche Magendie »Mündungen der grossen Gehirnhöhlen» (Orifices des grandes cavités cérébrales) zu benennen vorschlug, in die beiden Seitenventrikel.

In sehr seltenen Fällen wurde die Oeffnung von einer Membran geschlossen gefunden. Magendie fand bei seinen zahlreichen Sectionen ein solches Verhalten nur zwei Mal, und dies bei älteren Individuen. Er hält das verschliessende Häutchen für eine krankhafte Neubildung. In beiden Fällen fand sich eine abnorme Menge von Flüssigkeit in den Ventrikeln, und beide Individuen waren während des Lebens geisteskrank gewesen. Noch einen Fall erzählt Magendie nach Martin Saint-Ange; dieser betraf ein achtjähriges Kind, welches während des Lebens schwere Cerebralsymptome gezeigt hatte; bei der Section fand sich die Oeffnung durch eine ziemlich resistente undurchsichtige und flockige Membran verschlossen, und die Ventrikel waren von vieler Flüssigkeit erfüllt. Ob in diesen Fällen die vermehrte Flüssigkeitansammlung von der Verschliessung der betreffenden Oeffnung verursacht wäre, lässt Magendie unentschieden. Zuweilen, in gewissen krankhaften Fällen, wo die Flüssigkeit sehr vermehrt ist, kann die Oeffnung drei bis viermal grösser sein als im Normalzustand. Betreffs der Secretion der Flüssigkeit hält Magendie es für wahrscheinlich, dass sie aus den Blutgefässen der Pia ausgeschwitzt wird. Nach Entleerung ersetzt sie sich schnell. Sie hat einen positiven Druck (grösser während der Exspiration); sie bewegt sich während der Respiration (wird während der Inspiration aspirirt, während der Exspiration zurückgestossen).

Um diese Bewegungen der Cerebrospinalflüssigkeit experimentel darzulegen, befestigte Magendie bei einem lebenden Thier (Hund oder Ziege?) in der Subarachnoidalhöhle hinter dem Hinterhaupt eine 3—4 Decimeter hohe und einige Millimeter im Durchmesser haltende Glasröhre, die etwas gefärbtes Wasser enthielt. Bei jeder In- und Exspirationsbewegung stieg und fiel das Wasser. Um sich zu überzeugen, dass sich diese Ebbe und Fluth weithin in die Subarachnoidalhöhle erstrecken, wendete er statt der Glasröhre einen mit dunkelgefärbter Flüssigkeit erfüllten Trichter an. Die Flüssigkeit stieg und fiel, sank aber nach und nach in die Höhle hinein. Wenn er nach dem Tode des Thieres die Subarachnoidalhöhle untersuchte, fand er die gefärbte Flüssigkeit auf der einen Seite bis zum Sacrum, auf der anderen Seite auf die Oberfläche des Gehirns bis in die Stirngegend gelangt. Sie war noch dazu in die vier Ventrikel gedrungen, indem sie sich in das Zell- und Gefässgewebe imbibirt hatte, welches bei den Thieren den Eintritt in diese Höhlen vollkommen verschliesst. An einer anderen Stelle sagt er, dass bei Injectionen (am Menschen) die Flüssigkeit in den Ventrikel des kleinen Gehirns zuerst eindringt, ihn dann vollständig erfüllt, seine Wände aus einander schiebt, die Valvula Vieussenii in die Höhe hebt, dann durch den Aquæductus Sylvii geht u. s. w.

Die Flüssigkeit auf der Oberfläche des Gehirns kann ihre Lage nicht so leicht wechseln, als die in der Wirbelsäule oder den Hirnventrikeln; sie liegt im Zellgewebe unter der Arachnoidea und wird von demselben zurückgehalten. Versuche, bei lebendigen Hunden gefärbte Flüssigkeit an einem Punkt der blossgelegten Hirnoberfläche einzuführen zeigten, dass die Flüssigkeit nicht über den blossgelegten Lobus hinausging; es schien ihm, als ob die Falx cerebri und Tentorium cerebelli Grenzen wären, die sie nur schwer übersteige.

Ferner schildert er ihre normale chemische Zusammensetzung und abnorme Veränderungen. Er erzählt auch eine Reihe von Fällen von Hydrocephalus, welche er mit einer Verschliessung der hinteren Oeffnung des vierten Ventrikels in Zusammenhang bringt, so wie auch solche Fälle, wo Blut mit der Flüssigkeit vermengt und mit ihr herumgeführt worden war.

Er beschreibt auch die Art und Weise, in welcher die Dura mater des Rückenmarks an den Wänden des Vertebralcanals befestigt ist. Er zeigte, dass diese Einrichtung sowohl vorn, hinten und an den Seiten als auch nach den verschiedenen Regionen etwas verschieden und immer so beschaffen ist, dass sie der Dura eine bestimmte Lage sichert, aber gleichzeitig ihr erlaubt, den verschiedenen Bewegungen der Wirbelsäule nachzugeben. Die Dura spinalis umspinnend findet sich im Rückenmarkscanal ein reichliches Venennetz, welches den Zweck hat, bei Veränderungen in der Menge der Cerebrospinalflüssigkeit (z. B. durch Respiration, Anstrengungen, Husten) je nach Bedürfniss anzuschwellen oder einzusinken, um damit den übriggebliebenen Raum stets auszufüllen.

Der Raum zwischen Dura und Arachnoidea ist ein Sack ohne Oeffnung, aber die Arachnoidea berührt die Dura überall. Die innere Fläche der Dura wird von einer Lamelle der Arachnoidea überzogen (Magendie hegt doch Zweifel betreffs der Existenz des äusseren Blattes), und es inseriren sich in sie eine gewisse Zahl kleiner Brücken von Zellgewebe oder Gefässen, welche die beiden Lamellen der Arachnoidea mit einander in Berührung erhalten. Diese Brücken sind eigentlich kleine cylindrische Canäle, welche aus demselben Gewebe, wie die Arachnoidea bestehen; sie lassen gewöhnlich eine kleine Vene durchgehen und stehen in offener Verbindung mit dem Raum unter der Arachnoidea. Die Berührung der Arachnoidea mit der Dura wird überdies in der Cervical- und Dorsalgegend durch das Lig. denticulatum unterhalten.

Nach Cloquet[1]) geht die Pia, sowie die Arachnoidea, in die Ventrikel des Gehirns hinein. »Sie geht aber nicht auf das Rückenmark über». Sie ist sogar »keine wirkliche Membran». An die Gehirnoberfläche wird sie nur durch Gefässchen gebunden; an den Windungen hängt sie mit der Arachnoidea innig zusammen, in den Furchen trennt sie sich von ihr ab. Die Arachnoidea ist ein eingestülpter Sack ohne Oeffnung, dessen äusseres Blatt die Dura bekleidet. Alle ausgehenden Venen und Nerven werden von ihr umhüllt, aber nur bis zu ihrem Ausgang. Den Sehnerven folgt sie indessen länger durch den Canalis opticus hindurch und schlägt sich auf seine fibröse Scheide erst innerhalb der Orbita über. An dem Canalis Bichati geht sie in die Ventrikel ein und bekleidet diese.

Renault[2]) hat bei Pferden einen völligen Verschluss durch ein Häutchen am unteren Ende des vierten Hirnventrikels gefunden. Das verschliessende Häutchen soll er (nach der Angabe von Luschka) für eine sich nach Aussen hin erstreckende Fortsetzung der den vierten Ventrikel auskleidenden Membran gehalten haben.

E. H. Weber[3]) beschreibt die Arachnoidea nach der Bichat'schen Auffassung als einen doppelten Schlauch, dessen äusseres Blatt die Dura bekleidet und an den Nerven und Gefässen mit dem inneren zusammenhängt. Nach Magendie erwähnt er das unter der Arachnoidea spinalis befindliche Wasser. »Krankhafter Weise kann sich auch im Schädel eine grössere Menge dieses Wassers und zwar theils zwischen der äusseren und inneren Platte der Spinnwebenhaut, theils in dem Zellgewebe der weichen Hirnhaut unter der Spinnwebenhaut anhäufen». Auf der Oberfläche der Windungen des grossen und kleinen Gehirns liegt die Arachnoidea unzertrennlich der weichen Hirnhaut an; an den Vertiefungen geht sie aber brückenartig vorüber. Auf der Grundfläche des Gehirns liegt sie lockerer. Ob es ein Bichat'scher Canal, durch welchen die Arachnoidea in die Hirnventrikel eindringe, (wie von Savary, Wenzel, J. F. Meckel d. j., van den Bröcke bestätigt, von Guyot, Martin Saint-Ange und vor Allem Magendie bestritten wurde) wirklich vorhanden sei, lässt Weber unentschieden. Die Angabe Magendie's von einer Communication zwischen der subarachnoidalen Flüssigkeit und derjenigen der Ventrikel führt er nur im Vorbeigehen an. »Die Spinnwebenhaut ist sehr dünn und durchsichtig, und scheint unorganisch, ohne Gefässe und Nerven, nur eine dünne Lage von Faserstoff zu sein, welche aus Serum entsteht, das aus aushauchenden Gefässchen der weichen Hirnhaut abgesetzt wird».

[1]) Traité d'Anatomie descriptive. Quatrième édition. T. 2. Paris 1828. [2]) Recueil de médecine vétérinaire. T. VI. Paris 1829. (S. Luschka, Die Adergeflechte des menschlichen Gehirns). [3]) Hildebrandts Handbuch der Anatomie des Menschen. III Bd. Braunschweig 1831.

Die Pia mater cerebralis ist an ihrer auswendigen Fläche ziemlich glatt. Blutgefässe mit dem sie verbindenden Gewebe machen die Haut aus. Sie hat auch Saugadern, Nerven aber nicht. Die Pia spinalis ist dicker als die des Gehirns; das Ligamentum denticulatum ist eine Falte derselben. Sie sendet einen dickeren, vorderen und einen dünneren hinteren Fortsatz in die vordere und hintere Rückenmarksspalte hinein; sie hängt sonst auch durch Gefässe und durch kleine häutige, an vielen Stellen eindringende Verlängerungen an dem Rückenmark sehr fest.

Lauth [1]) folgt bei seiner Beschreibung der Arachnoidea ganz den Bichat'schen Anschauungen. Von der Pia mater giebt er an, dass sie Verlängerungen abschickt, welche die vom Gehirne ausgehenden Nerven scheidenförmig umgeben und dieselben in ihrer ganzen Vertheilung begleiten, indem sie sich mit der Nervenhülle (neurilema) fortsetzen.

Nach Fohmann [2]) sind die Lymphgefässe an der Oberfläche des kleinen und grossen Hirns durch Aufblasen leicht darzustellen. Sie liegen zwischen der Gefässhaut und der Arachnoidea, werden durch Canäle von grösserm Umfang als in andern Geweben des menschlichen Körpers gebildet, besitzen sehr schwache Wände, so dass sie in dem Augenblicke zerreissen, in dem man das Quecksilber (die von ihm angewandte Injectionsflüssigkeit) einlaufen lässt. Aus ihnen entspringen Gefässe, welche die Fortsätze der Pia mater begleiten und zuletzt die Hirnmasse durchbohren oder auch aus dieser Lymphgefässe aufnehmen. Die kleinen Stämmchen, welche daraus hervorkommen, begleiten die Arterien und Venen und gelangen bis zu den Löchern für die Gefässstämme. Uebrigens konnte er den Austritt aus der Schädelhöhle durch diese Löcher nie nachweisen, indem er immer durch das Quecksilber die Stämmchen zerrissen fand. Er glaubt daher, dass die Lymphgefässe des Hirns vielleicht keine Verbindung mit dem übrigen Lymgefäss-system eingehen, sondern nur mit den Venen. Für diese Meinung findet er eine Bestätigung darin, dass er nicht selten die Hirnvenen durch die Netze der Lymphgefässe aufblies. In den Gefässgeflechten des Gehirns von Menschen sah Fohmann die Saugadern weniger dick als an dem Aeussern des Hirns. Beim Pferd besitzen sie die charakteristische Form der Lymphgefässe; das Netz, welches sie im Verein mit den Blutgefässen bilden, ist von Bläschen oder Erweiterungen besät und bildet Anhäufungen. Er ist geneigt, solche für Rudimente von Lymphdrüsen anzusehen.

Fr. Arnold [3]) schliesst sich betreffs der Arachnoidea Bichat grösstentheils an. Er will sie aber als aus zwei Säcken bestehend ansehen, von welchen am Rückenmark der eine vor, der andere hinter demselben liegt, am Gehirn der eine an der Basis, der andere um die Wölbung sich befindet, und beide untereinander in allen Zwischenräumen zwischen den austretenden Nerven zusammenhängen. Auf Grund seiner Untersuchungen bei Menschen und Thieren sagte er sich, die Existenz des Bichat'schen Canales bestätigen zu können, dass also die Arachnoidea sich da herumschlage und in das Ventrikelepithel übergehe. Bei Erwachsenen sieht man indessen sehr oft nicht das Foramen, weil die Arachnoidea mit der Vene verwächst, was nicht merkwürdig erscheinen mag, da die Pia mater gar nicht selten krankhaft afficirt ist. Bei Hunden, Schafen, Schweinen, Kälbern sei das Foramen Bichati immer offen und von rundlicher Form; hier sei es gewiss nicht artificiell entstanden. Sonst sagt sich Arnold mit Bichat nicht behaupten zu dürfen, dass die Bekleidung der Hirnventrikel eine seröse Membran sei, sondern mehr nur ein Epithelium zu sein, das mit der Arachnoidea zusammenhängt. Mit Keuffel fand Arnold, dass die Pia spinalis nur eine vordere gefässhaltige Verlängerung, aber keine hintere und seitliche in das Rückenmark einsendet. Nur am obersten Theil des Markes, wo die vordere Verlängerung unvollständig ist, findet sich eine solche hintere, eine ähnliche ist aber auch sehr oft an der Lendenanschwellung vorhanden.

Betreffs der Lymphgefässe der Hirnhäute machte Arnold [4]), der durch die Fohmann'schen Angaben von ihrer Existenz nicht überzeugt wurde, eine Reihe von eigenen Einspritzungen mit Quecksilber. Die Gefässhaut, welche das Aeussere des grossen und kleinen Gehirns umgiebt, fand er an Saugadern ausserordentlich reich. Gleich wie die Blutgefässe, finden sich auch weitere und engere Saugaderstämme und verschieden feine Saugadernetze in derselben vor. Letztere sind von dreifach verschiedener Beschaffenheit, wenn man die Lage, die Weite und die Grösse der Zwischenräume, die jene lassen, indem sie sich netzförmig vereinigen, berücksichtigt. Darnach kann man 1) ein oberflächliches, sehr feines, 2) ein tieferes, gröberes und 3) ein noch tieferes und gröberes Netz unterscheiden. (Letzteres war, nach Arnold, das einzige, welches Fohmann mit Luft füllte). Das oberflächlichste Netz liegt dicht unter dem eigentlich

[1]) Neues Handbuch der practischen Anatomie. I Bd. 1835. [2]) Mém. sur les vaisseaux lymphatiques. Nach Arnold's »Bemerkungen über den Bau des Hirns und Rückenmarks« angeführt. [3]) Annotationes anatomicæ de velamentis cerebri et medullæ spinalis. Turici 1838. [4]) Bemerkungen über den Bau des Hirns und Rückenmarks. Zürich 1838.

serösen Theil der Arachnoidea in dem Zellgewebe, welches diesen mit der Gefässhaut verbindet. Die Canälchen dieses Netzes haben im Durchschnitt einen Durchmesser von $^1/_6$ Paris. Linie. Die Räume, welche zwischen den netzförmig sich verbindenden Canälen übrig bleiben, sind so eng, dass sie kaum die Spitze der feinsten Nadel durchlassen. Ein wenig tiefer, aber noch in dem subserösen Zellgewebe der Arachnoidea, findet sich die zweite, etwas gröbere Netzform, welche aus Canälchen von $^1/_4$ Paris. Lin. im Durchmesser besteht, die theils mit den Canälchen des tiefen Netzes, theils unmittelbar mit grössern Saugaderstämmen zusammenhängen. Dieses Zwischennetz anzufüllen, gelang Arnold mehrere Male sehr gut und eben so auch die Canälchen, welche von demselben direkt in grössere Saugaderstämme einmünden. Der Character dieser, so wie der kleinsten Netze (die fein gegliederten Canälchen, die Insertion u. s. w.), lässt keine Zweifel über das Vorhandensein dieser beiden Arten von Saugadernetzen in dem subserösen Zellgewebe der Arachnoidea übrig. Die dritte Form von Netzen findet sich in der Pia mater selbst. Sie wird durch Canälchen von $^1/_2$ Paris. Lin. im Durchmesser gebildet und erfüllt die Räume zwischen den Saugaderstämmchen so vollkommen, dass bei gelungener Injection die Oberfläche des darunter liegenden Hirntheils ganz bedeckt wird. Mit Luft oder mit Quecksilber kann man sie leicht einspritzen; einige Mal sah er solche Netze mit Lymphe gefüllt. Von diesen Netzen aus füllen sich sehr leicht ziemlich ansehnliche Geflechte, welche in den Fortsätzen der Gefässhaut sich zwischen den Windungen in die Tiefe der Furchen erstrecken. Es bestehen dieselben aus weiten Canälen, die sich wieder in grössere Stämme zur Oberfläche fortsetzen. Er vermuthet, dass diese Saugadernetze in den Fortsätzen der Pia mater, ähnlich wie die Blutgefässe derselben, aus der Hirnsubstanz Adern empfangen. Die Saugaderstämme, welche alle diese Netze aufnehmen, haben an der Oberfläche des grossen und kleinen Hirns im Allgemeinen die Richtung und den Verlauf der Venen. Sie haben ihren Zug sowohl gegen die innere als gegen die äussere Seite einer Hemisphäre. An letzterer laufen sie gegen die Basis, indem sich die Saugadern vom vordern, obern und untern Lappen in einen grössern Stamm, der in der Sylvischen Grube liegt, sammeln, jene vom hintern Lappen aber zur untern Fläche dieses begeben. Die Saugadern an der Hirnbasis ziehen von dem vordern Lappen theils über dem Riechnerven gegen den vordern Theil der Längsspalte einwärts, theils nach hinten und aussen zu dem ansehnlichen Stamm in der Fossa Sylvii. Derselbe empfängt von hinten her mehrere Stämmchen von dem untern Lappen, aus dem noch andere ihre Richtung nach hinten zwischen das kleine und grosse Hirn nehmen. An dem kleinen Hirn haben die Saugaderstämme genau die Richtung der Venenstämme und dies sowohl an der obern wie an der untern Fläche. Sie laufen grösstentheils vom Wurm aus nach aussen und hinten zum Umfang der Hemisphären. Ausser diesen finden sich noch quere Stämmchen vor, welche erstere mit einander vereinigen, in der Regel zwischen den Blättern laufen und die Netze aufnehmen, welche die Oberfläche dieser decken. Die verschiedenen Hauptstämme, zu denen sich die Saugadern des kleinen und grossen Hirns sammeln, treten durch dieselben Löcher aus der Schädelhöhle heraus, durch welche die Arterien und Venen des Hirns ein- und austreten.

In den Gefässgeflechten der Hirnkammern finden sich sowohl Netze als auch grössere und kleinere Stämme lymphatischer Gefässe vor. Erstere lassen sich in dem Theil der Geflechte, welcher über die Sehhügel ausgespannt ist, am leichtesten einspritzen. Sie kommen rücksichtlich der Form und der Weite der sie bildenden Canäle mit jenen Netzen an der Oberfläche überein, welche in der Pia mater sich finden. In der Mitte münden sie in grössere Stämme ein, welche von dem vorderen Horn der seitlichen Hirnkammern herkommen; nach hinten dagegen inseriren sie sich in Saugadernstämme, welche aus dem mittlern Horn dieser Ventrikel heraustreten. Diese lymphatischen Stämme liegen auf entsprechenden Venenstämmen und sammeln sich, wie diese, zu einem ziemlich ansehnlichen Stamm, der auf der Vena magna Galeni unter dem Balkenwulst in der grossen Hirnspalte zum Vorschein kommt. Die Saugadernetze der Hirnkammern scheinen durch Gefässe gebildet zu werden, welche aus der Hirnmasse heraustreten; denn bei der Injection jener füllten sich immer auch Saugadern von ihnen aus an, welche sich bis zur Wandung der Ventrikel erstreckten, hier aber wegen der ungemeinen Zartheit ihrer Wände zerrissen. Arnold glaubt daher mit Grund annehmen zu können, dass auch die Substanz des Gehirns von Saugadern durchzogen wird, und vermuthet, dass diese in Begleitung der Gefässstämme verlaufen, weil jene Stämmchen gerade an solchen Stellen aus der Hirnmasse hervorzutreten scheinen, an denen Venen herauskommen, die sich alsdann in die Gefässgeflechte einsenken.

Dass auch das Rückenmark seine Saugadern besitzt, bezweifelt Arnold nicht. Trotz vieler Versuche gelang es ihm aber nicht, Canäle zu füllen, die er mit Bestimmtheit für Lymphgefässe erklären möchte.

Betreffs der von Cotugno und Meckel gesehenen Gefässe in der Dura mater überzeugte sich Arnold durch Injection derselben, sowohl in der Gegend des Sinus transversus als auch an anderen Stellen der harten Haut, stets auf das Bestimmteste, dass sie keine Saugadern, sondern Zweige und Stämmchen der Venen sind, die meistens

blutleer in Leichen getroffen werden; über die von MASCAGNI beschriebenen Gefässe sagt er, dass man mit Grund bezweifeln kann, ob es wirklich Lymphgefässe seien.

VALENTIN [1]) fasst die Arachnoidea in der BICHAT-ARNOLD'schen Weise wie ein in sich eingestülpter Doppelsack auf; er nimmt auch den Canalis Bichati an. Sie ist an ihrer freien Oberfläche von Epithelialzellen bekleidet und zeigt in ihrer Grundsubstanz feine cylindrische Fäden, welche bündelweise vereinigt sind und ungefähr eben so fein wie die der harten Haut sind. In ihr erscheinen noch breite, verästelte, faserige Gebilde, welche vielleicht aber nur entleerte Gefässe sind. Innerhalb des Sackes der Spinnwebenhaut verlegt VALENTIN die Cerebrospinalflüssigkeit; sie findet sich dort im Normalzustande in nicht zu grosser Menge. Dass sie dem gesunden Zustande angehöre, lehren, nach ihm, die Haussäugethiere (Hunde, Kaninchen) bei welchen sie, wenn man die Rückenmarkshaut blosslegt und ansticht, in Tropfen oder selbst in einem Strahle hervordringt. Die Pia mater bekleidet gemeinschaftlich mit der Spinnwebenhaut alle freien Theile der Hirnhöhlen als das sog. Ependyma ventriculorum. Das unter sich zusammenhängende Ventrikelsystem endigt, abgesehen von den seitlichen und den hinteren Ausmündungen, wo es durch Gefässhaut verschlossen wird, vorn und hinten blind.

In seiner Darstellung von der Structur des Bindegewebes hebt HENLE [2]) mehrmals die Arachnoidea als Beispiel hervor. Die letzten Elemente des Bindegewebes, sagt er, sind lange und sehr feine, weiche und wasserhelle Fäden oder Cylinder oder Fibrillen von überall ziemlich gleicher Stärke. Ihre Contouren sind glatt, scharf, aber hell; gepresst oder gedehnt sind sie gerade, sonst laufen sie vermöge ihrer Elasticität in sanften, oft sehr regelmässigen Wellenbiegungen. Die Fibrillen liegen selten einzeln, meist zu Bündeln vereinigt nebeneinander, und die Bündel sind durch einen festen, aber formlosen Keimstoff verbunden. An einem dünnen Plättchen der Arachnoidea (man nehme ein Stückchen dieser Haut an der Gehirnbasis, wo sie brückenartig ausgespannt ist, nachdem man zuvor das Epithelium entfernt hat) erscheint zwischen den Maschen der Bindegewebebündel eine sehr matte und fein granulirte, natürlich auch in diesem Falle membranartig ausgebreitete Substanz, welche die Lücken ausfüllt und besonders deutlich wird, wenn man den Rand des abgeschnittenen Plättchens betrachtet. Auf diesem macht sie zwischen je zwei Bündeln den Rand aus, mit einer deutlichen und scharfen Grenze. Die Fibrillenbündel des Bindegewebes treten zu stärkeren Bündeln oder zu Membranen zusammen, indem sie sich bald parallel aneinander legen, bald sich in den verschiedensten Richtungen durchkreuzen. Die meisten primären Bündel sind ohne besondere Hülle; an vielen Stellen aber werden sie umwickelt und zusammengehalten durch Fäden, welche mit den Fasern des elastischen Gewebes übereinkommen. Um dieselben zu erkennen muss man das Bindegewebe mit Essigsäure behandeln. Die Bindegewebebündel werden dadurch durchsichtig, quellen auf, und ihre Faserung verschwindet; die umwickelnden Fäden aber bleiben unverändert. So geschiht es, dass ein Bündel, welches nur aus den gewöhnlichen Fibrillen des Bindegewebes zu bestehen scheint, nach Behandlung mit Essigsäure sich wie ein heller, in einzelnen und oft sehr regelmässigen Abschnitten eingeschnürter Cylinder verhält, und man bemerkt bald, dass die Einschnürungen von einem Faden veranlasst werden, welcher spiralförmig um das Bündel läuft oder auch von einzelnen, in grösserer oder geringerer Entfernung von einander um das Bündel gelegten, discreten Ringen. Nur selten wollte es HENLE nicht gelingen, die Windungen auf einem einzigen Faden zu reduciren, er liess es dennoch zweifelhaft, ob nicht zuweilen mehrere Spiralfäden an einem Bündel vorkommen. Am schönsten zeigt sich diese Bildung eben an dem feinen und festen Bindegewebe, welches an der Basis des Gehirns, nach unten von der Arachnoidea, zwischen den Gefässstämmen und Nerven liegt und sich in einzelnen Fäden anspannt, wenn man z. B. irgend einen Theil des Circulus Willisii vom Gehirne abzieht. Am Gehirn, wo die Arachnoidea brückenartig über die Furchen weggehen soll, wird die Furche selbst von lockerem Bindegewebe ausgefüllt, dessen obere Schicht sich nebst Epithelium leicht, obgleich immer nur künstlich, trennen lässt, während die untere als Pia mater sitzen bleibt; an den Erhabenheiten der Windungen dagegen ist die Bindegewebeschicht eben so fest in sich, wie mit dem Gehirn und mit der Oberhaut verbunden. Auf dieselbe Weise bildet sich das sogenannte äussere Blatt der Arachnoidea des Rückenmarks. Am Gehirn und Rückenmark ist die seröse Haut, soweit sie den Organen selber fest adhärirt, nicht darstellbar und wird nur der Analogie nach supponirt. Freie Falten der serösen Haut kommen, wie an anderen Stellen, auch in der Hirn- und Rückenmarkshöhle vor, wenn zufällig einige Gefäss- oder Nervenstämme durch Bindegewebe zusammenhängen und demnach das Epithelium nicht die einzelnen Stämme ringsum überzieht, sondern sich von einem zum anderen über das dazwischen ausgespannte Bindegewebe wegschlägt. Solche Brücken der Arachnoidea über einzelne

[1]) Hirn- und Nervenlehre in SÖMMERINGS »vom Baue des menschlichen Körpers«. 4 Bd. Leipzig 1841. [2]) Allgemeine Anatomie. Leipzig 1841.

Nerven hatte HENLE häufig gesehen, namentlich bei jungen Thieren und zwischen den letzten Hirn- und den Rückenmarksnerven, auch einmal über die beiden Geruchsnerven ausgespannt. Diese Brücken waren indessen keineswegs constant. Das Ligamentum denticulatum des Rückenmarkes darf man als die stehen gebliebenen fibrösen Verstärkungsfasern einer Bindegewebsschicht betrachten, welche, die Gefässe und Nervenwurzeln umgebend, zwischen denselben ausgespannt gedacht werden kann, vielleicht in früheren Lebensperioden wirklich ausgespannt war. Die dünnsten Partien der Bindegewebsschicht in freien Theilen der Arachnoidea des Gehirnes bestehen aus ziemlich parallelen, häufig anastomosirenden Bündeln, welche daher ein Netzwerk mit länglich rhomboidalen Maschen darstellen und sich übrigens verhalten wie formloses Bindegewebe. Wo die Arachnoidea fester ist, liegen die Fasern dicht nebeneinander in mehreren Schichten, und die Fasern einer Schicht kreuzen sich oft im rechten Winkel mit denen der folgenden. Die Pia mater ist aus einzelnen Bündeln locker gewebt und nähert sich dem formlosen Bindegewebe; sie hängt durch Gefässe unzertrennlich mit dem Gehirn zusammen. Bei derselben Gelegenheit äussert HENLE, dass das sogenannte äussere Blatt der Arachnoidea des Rückenmarks eine Lage von dichtem Bindegewebe sei, durch sehr feines und lockeres Bindegewebe mit der inneren Fläche der Dura mater verbunden und daher sehr leicht von derselben trennbar, innen, an der dem Rückenmarke oder vielmehr dem inneren Blatte der Arachnoidea zugewandten Fläche, mit Epithelium bedeckt.

C. KRAUSE [1]) fasst auch die Arachnoidea als ein eingestülpter Sack auf, dessen äusseres Blatt mit der inneren Fläche der Dura mater innigst verwachsen ist, dessen eingestülpter Theil dagegen die Hirn- und Rückenmarks-Gefässe und die Nervenwurzeln einwickelt und sodann das ganze Centrum encephalo-spinale ziemlich locker überzieht, auch mit den Telæ chorioideæ in die Höhlen eindringt, die Plexus chorioidei mit einer sehr dünnen Hülle bekleidet, höchst wahrscheinlich mit der Pia mater auch Antheil an der Zusammensetzung des Ependyma nimmt und das oberflächliche Blatt desselben bildet. Ihre freie Fläche ist von Plattenepithelium (in den Hirnhöhlen aber von Flimmerepithelium) bekleidet. In der Höhle zwischen ihrem äusseren und ihrem eingestülpten Sacke enthält sie in geringer Menge das Serum s. Fluidum cerebro-spinale. Um die Vena cerebralis magna bildet sie einen kurzen Canal, Canalis Bichati. Die Pia mater verschliesst von hinten her den Ventriculus quartus, indem sie über die Fissura transversa cerebelli brückenförmig ausgespannt ist.

ECKER, welcher in seiner Schrift über die Cerebrospinalflüssigkeit [2]) auf die Magendie'schen Ansichten und Versuche, durch eigene Beobachtungen gestützt, die Aufmerksamkeit der deutschen Forscher lenkte, hat in einer späteren Arbeit [3]) die zahlreichen Punkte der Blut- und Athembewegungen, welche bei Beantwortung der Frage nach der Ursache der Bewegungen des Gehirns und Rückenmarks in Betracht kommen, erörtert. Durch kritische Beleuchtung der Angaben Anderer, vorzüglich aber durch zahlreiche eigene Beobachtungen und Versuche, gelangte er zu folgenden Resultaten. Das Gehirn zeigt eine doppelte Bewegung, eine synchronisch mit den Athembewegungen, eine zweite pulsirende synchronisch mit den Herzbewegungen. Die erstere, die bei Weitem deutlichere und stärkere, entsteht durch das Einströmen der Cerebrospinalflüssigkeit in die Ventrikel des Gehirns und den Subarachnoidalraum an der Basis cerebri während der Exspiration, und diese wird durch die Anfüllung der Sinus spinales bei der Exspiration begründet, welche, sowie die Anfüllung der Venen des Gehirns, auch unmittelbar eine Anschwellung der Gehirnsubstanz bedingen mag. Die zweite pulsirende Bewegung hat ihren Grund in der Pulsation der Arterien an der Basis cranii und der in der Substanz des Gehirns verbreiteten Arterien. Diese Bewegungen scheinen beständig (nicht nur bei geöffnetem Schädel) vorhanden zu sein. Auch das Rückenmark zeigt die mit der Respiration synchronischen Bewegungen; von den pulsirenden aber kaum eine Spur. In dem eigentlichen Sacke der Arachnoidea findet sich während des Lebens durchaus keine Flüssigkeit.

CRUVEILHIER [4]) schliesst sich in Bezug auf die Cerebrospinalflüssigkeit der subarachnoidalen Räume und ihren Zusammenhang mit dem vierten Ventrikel vollständig der Magendie'schen Darstellung an. Die Lymphgefässe der Pia mater nimmt er nach FOHMANN an, betrachtet sie aber als zur Arachnoidea gehörend. Nerven kommen nach ihm in der Pia nicht vor. Betreffs der Arachnoidea nimmt er ein viscerales und ein parietales Blatt an; am Rückenmarke haften diese durch viele Adhärenzen an einander. Der Canalis Bichati existirt nicht. Die Pia mater geht wie

[1]) Handbuch d. menschl. Anatomie. Bd I. Zweite Auflage. Hannover 1843. [2]) Archiv f. physiol. Heilkunde. Zweiter Jahrg. 1843. [3]) Physiologische Untersuchungen über die Bewegung des Gehirns und Rückenmarks. Stuttgart 1843. Bekanntlich haben sich viele ältere Verfasser über diese Bewegung geäussert; betreffs ihrer Ansichten verweisen wir auf die Arbeit ECKERS. [4]) Traité d'Anatomie descriptive. 2:me Edition. T. IV. Paris 1845. Die ältere Auflage war uns nicht zugänglich.

die Dura auf jeden Nerven bei seinem Austritt aus dem Schädel wie aus dem Rückenmarkscanal über; sie ändert sich aber dabei von einer vasculären Membran zu einer fibrösen, schützenden. Er erklärt die Ansicht, dass die Pia mater sich auf den Nervus opticus fortsetzt und in dieser Weise Membrana chorioidea bildet, für ganz irrig.

Von TODD[1]) wird die Existenz einer Oeffnung an dem hinteren Ende des vierten Ventrikels sehr bezweifelt. »Meine eigene Meinung», sagt er, »ist, dass diese Oeffnung nicht natürlich vorkommt, dass sie aber durch die Gewalt entsteht, welcher das Gehirn ausgesetzt ist, entweder bei dem Herausnehmen desselben oder bei den für ihre Demonstrirung nothwendigen Manipulationen. Es scheint mir, dass der vierte Ventrikel in derselben Weise geschlossen ist wie das untere Horn der Seitenventrikel, nämlich durch Reflexion seiner eigenen Membran von seinem Boden zu der anliegenden Pia mater. Diese Membran ist aber so ausserordentlich fein, dass der geringste Zug an dieselbe hinreicht, um ihre Verbindungen zu zerstören. Das Vorhandensein derselben mag am Besten erwiesen werden durch die Resistenz, welche eine Sonde erfährt, wenn man sie in den vierten Ventrikel von oben her einführt, eine Resistenz, welche indessen eine kleine Gewalt überwinden kann». Wenn der vierte Ventrikel von der Seite geöffnet wird, an einem Gehirn, das sehr vorsichtig ausgenommen ist, wird man eben finden, »dass der Ventrikel durch die Reflexion seiner eigenen Membran auf die Pia mater unten geschlossen ist». Diese Membran könne aber durch eine heftig entweder vom Ventrikel oder vom Subarachnoidalraum her andringende Flüssigkeit leicht zerreissen. Während des Lebens könne, nach TODD, die natürliche Flüssigkeit mittelst der Endosmose und Exosmose durch die Pia aus dem einen Raum in den anderen treten; so geschehe es aber nicht nur durch die Pia am hinteren Ende des vierten Ventrikels, sondern auch eben so leicht an den unteren Hörnern der Seitenventrikel und vielleicht auch am dritten Ventrikel, durch das Velum interpositum. Deswegen findet man auch bei Apoplexieen das Blut von den Ventrikeln aus nicht nur hinter dem Kleinhirn sondern wenigstens ebenso häufig an den unteren Hörnern der Seitenventrikel. Dass eine Berstung dünner Membranen dabei leicht geschehen kann, wird dadurch erwiesen, dass das Blutextravasat auch durch die Arachnoidea in den Arachnoidalraum ausdringen kann. Sonst hält TODD die Arachnoidea, im Sinne BICHATS, als aus einem visceralen und einem parietalen Blatt gebildet. Die grösseren subarachnoidalen Räume der Gehirnbasis hat er in Uebereinstimmung mit MAGENDIE und CRUVEILHIER beschrieben.

BRÜCKE[2]) spricht sich gegen die Trennung der Arachnoidea von der Pia cerebralis aus. Das Gehirn ist nach ihm nur in eine Hülle von Bindegewebe gekleidet, dessen oberste Schicht, welche Brücken von einem Gehirntheil zum anderen bildet, Arachnoidea genannt wird, während die tieferen gefässreichen Schichten als Pia mater bezeichnet werden. Die Dura mater ist auch nichts weiter als compactes Bindegewebe, dessen oberflächlichste Schicht »willkürlich und nur zur Erleichterung und Abrundung unserer Vorstellungen» als die auf die Dura mater zurückgeschlagene Arachnoidea angesehen wird. Es ist auch »noch nicht gelungen», die einzelnen Bindegewebsbündel aus der Schädelhöhle bis in den Augapfel zu verfolgen.

Nach KÖLLIKER[3]) besteht die Arachnoidea spinalis »nicht aus einer äusseren, mit der Dura vereinten und einer innern freien Lamelle, sondern aus einer einzigen, dem innern Blatte der Autoren entsprechenden Schicht», deren äussere Fläche »an der hintern Mittellinie des Halstheiles höher oben durch ziemlich derbe Streifen, weiter unten durch zartere Fäserchen mit der Dura in Verbindung» steht, sonst aber mit »einem dem der Dura ganz gleichen Epitelium» bekleidet ist, wogegen die innere Fläche ohne Epithel ist; sie sendet durch den Unterarachnoidalraum »zahlreiche Streifen an die Pia mater und die Nervenwurzeln, welche ausser im Begleit der Gefässe und Nerven besonders an der hintern Mittellinie in einer Reihe hintereinander sich finden, und hie und da besonders am Halse eine durchlöcherte oder vollständige Scheidewand bilden». Die Pia spinalis umschliesst das Rückenmark ganz eng, tritt in der vorderen und hinteren Spalte in Gestalt dünner Fortsätze in das Rückenmark hinein und giebt andererseits auch den Nervenwurzeln zarte Scheiden ab. Am Gehirn besteht die Arachnoidea ebenso nur aus einer einzigen Lamelle (das viscerale Blatt der Autoren), sie ist aber hier an sehr vielen Orten, nämlich an allen Gyris und an den vorspringenden Theilen der Gehirnbasis, mit der Pia »verklebt und selbst verwachsen, und ausserdem, wo diess nicht der Fall ist, durch viele Fortsätze mit ihr vereint». »Aus diesem Grunde findet sich auch am Gehirn kein zusammenhängender Unterarachnoidealraum, sondern viele grössere und kleinere, nur zum Theil communicirende Räume. Die grossen derselben zwischen dem Cerebellum und der Medulla oblongata und unter dem Pons, den Hirnstielen, der Fossa Sylvii u. s. w., gehen direct in den Unterarachnoidealraum am Rückenmarke über, *während die kleineren,* entsprechend den Sulcis, über die die Spinnwebenhaut brückenartig herübergeht, *zum Theil wohl unter einander, aber, wenigstens*

---

[1]) The Cyclopædia of Anatomy and Physiology. Vol. III. 1847. [2]) Anatomische Beschreibung des menschlichen Augapfels. 1847.
[3]) Mikroskopische Anatomie. Bd 2. 1850.

die meisten, nicht mit den erwähnten grösseren Räumen zusammenhängen» [1]). Mit der Auskleidung der Hirnhöhlen verbindet sich die Arachnoidea nirgends. Die Pia mater cerebri ist blutgefässreicher aber zarter als die des Markes und bekleidet alle Erhebungen und Vertiefungen der Oberfläche des Gehirns. Was sonst den feineren Bau betrifft, enthält die Arachnoidea Bindegewebe mit Kernfasern in etwas eigenthümlicher Anordnung. Ersteres bildet die Hauptmasse und besteht aus netzförmig anastomosirenden Bündeln, welche zu mehreren, deutlich nachweisbaren Lamellen, äusseren mit schwächeren, inneren mit stärkeren Bündeln und zugleich weiteren Maschen verbunden sind. Die Kernfasern liegen seltener in den Bündeln, sondern laufen als sogenannte umspinnende in zierlichen engeren oder weiteren Spiraltouren um die Bindegewebsbündel herum, so dass diese, wenn durch Essigsäure angequollen, eine rosenkranzförmige Gestalt annehmen. An vielen Bündeln sind dieselben sehr fein und scheinen manchmal selbst ganz zu fehlen. Die Pia spinalis enthält meist gewöhnliches Bindegewebe mit gerade verlaufenden, nicht anastomosirenden Bündeln; letztere sowie umspinnende Kernfasern fand Kölliker ausser an den Stellen, wo Arachnoidealfortsätze an die Pia gehen, in der letztern nicht, wohl aber ziemlich viele Kerne, oft von linienförmiger Gestalt, und spärliche Kernfasern. Die Gefässfortsätze im Mark enthalten fast nichts als Gefässe. Hie und da finden sich in der Pia Pigmentzellen. Das Ligamentum denticulatum hat kein Epithel. Die Arachnoidea cerebralis besteht, abgesehen von dem äusseren Epithel, vorzüglich aus netzförmig vereinten Bindegewebsbündeln mit umspinnenden Kernfasern in mehrfachen Schichten. Ausser dieser Form des Bindegewebes zeigen sich auch noch erstens mehr in den äusseren Schichten parallel verlaufende Fibrillen ohne deutliche Bündelbildung mit runden, länglichen, selbst spindelförmigen Kernen und einzelnen geraden Kernfasern, welche letztere auch in den anastomosirenden Bündeln nicht selten sich finden, und zweitens mehr homogene Bindesubstanz zwischen den netzförmigen Bündeln und dann auch hie und da als Hülle der Bündel selbst. Die Pia cerebri enthält so viele Gefässe, dass stellenweise das Bindegewebe mehr in den Hintergrund tritt. Dasselbe ist selten wie am Rückenmark deutlich faserig, meist mehr homogen, mit spärlichen Kernen und ohne Kernfasern. Hie und da enthält die Pia doch auch netzförmiges Bindegewebe mit oder ohne Kernfasern, wie um die Vena Galeni, die Zirbel, die grösseren Gefässe herum und auch am Cerebellum. Spindelförmige Pigmentzellen finden sich auch in dieser Membran, namentlich an der Medulla und am Pons. Die Telæ chorioideæ und Plexus chorioidei weichen in ihrem Bau von der übrigen Pia nicht ab, ausgenommen dass sie, namentlich die Plexus, fast nur aus Gefässen bestehen und an ihren mit den Wänden der Hirnhöhlen nicht verwachsenen Stellen ein Epithelium besitzen. Lymphgefässe konnte Kölliker weder in den Adergeflechten noch in der Pia finden. Nerven fand er in der Pia; so wie auch in den Balken, die zwischen ihr und der Arachnoidea laufen, besonders an der Hirnbasis, nie aber in der Arachnoidea selbst.

Nach Kölliker besteht die Dura mater spinalis fast zu gleichen Theilen aus Bindegewebe und aus elastischem Gewebe. Ersteres zeigt parallel verlaufende Bündel in vielen übereinander liegenden und fest verbundenen Lamellen, letzteres Netze feinerer und stärkerer Kernfasern. Die äussere Fläche der Dura ist vorn mit der Fascia longit. posterior vereint, hinten und seitlich frei und durch ein lockeres Bindegewebe mit vielen Gefässen und Fettzellen von den Wirbelbogen geschieden. Die Innenfläche der Dura soll nach der allgemeinen Angabe von einem äusseren Blatte der Arachnoidea überzogen sein, allein hier findet sich nichts als ein Epithelium von polygonalen, platten, kernhaltigen Zellen auf der innersten Lage der harten Haut und von einem besonderen Substrate derselben keine Spur. Das Ligamentum denticulatum hat ganz denselben Bau wie die Dura mater, nur mangelt demselben das Epithel, da seine Zacken gleich nach ihrem Abgang in den Subarachnoidalraum treten. Die Dura mater cerebralis besteht aus der eigentlichen harten Haut und dem Periost der Innenfläche der Schädelknochen. Die Periostlamelle ist mit der inneren eigentlichen harten Haut in früherer Zeit nur locker verbunden und lässt sich beim Erwachsenen nicht selten noch theilweise trennen. Die innere Lamelle ist gefässarmer. In Betreff des feineren Baues findet sich in beiden Lamellen Bindegewebe von derselben Form wie in Sehnen und Bändern mit meist undeutlichen Bündeln und parallelem Verlauf der Fibrillen. An den meisten Stellen finden sich zwischen dem Bindegewebe auch Kernfasern gewöhnlich als dem Bindegewebe parallel verlaufende, geschlängelte feine Fäserchen, dagegen nirgends elastische Fasern. Die Innenfläche der Dura besitzt eine einfache Lage von pflasterförmigen Epithelzellen, dagegen keine Spur einer anderweitigen Bekleidung, die als parietales Blatt der Arachnoidea zu deuten wäre. An der den Knochen zugewandten Seite ist bei Erwachsenen die Dura rauh und verbindet sich durch Fäserchen und Gefässe direct mit dem Knochen.

---

[1]) Von uns kursivirt.

Betreffs der von KÖLLIKER stammenden Angaben über die Adventitialscheiden der Hirnblutgefässe sowie betreffs der von VIRCHOW gegebenen Darstellung derselben verweisen wir auf die specielle Historik dieser Frage (S. u. S. 148).

Obwohl die Magendie'sche Lehre von dem offenen Zusammenhang der cerebrospinalen Subarachnoidalräume und der Hirnventrikel von ECKER bestätigt war, konnte sie sich doch einer allgemeinen Annahme nicht erfreuen. Ausser TODD und KÖLLIKER (theilweise) trat u. A. auch VIRCHOW als ihr Gegner auf. Die anatomische Einrichtung der Theile, sagt VIRCHOW [1]), gestattet keinen so einfachen Transport der Flüssigkeit. »Die arachnoidealen und subarachnoidealen Räume, in denen die Cerebrospinalflüssigkeit enthalten ist, *stehen in keiner ganz offenen Verbindung weder unter sich, noch mit den Hirnhöhlen,* und die in ihnen enthaltene Flüssigkeit kann daher nicht einfach in ihnen auf- und absteigen». Als Stütze hierfür führt er einen Versuch an, den er mit KÖLLIKER an einer menschlichen Leiche gemacht hatte; es zeigte sich nämlich bei diesem Versuch, »dass der allerdings continuirliche Sack der Arachnoidea spinalis sich bis an die hintere Fläche des kleinen Gehirns, bis an den Pons und seitlich bis zum Trigeminus erstreckte, dass aber nicht einmal die grossen Räume an der Basis des grossen Gehirns und noch weniger die subarachnoidealen Räume der Convexität damit in Verbindung standen». In Uebereinstimmung mit seiner Auffassung von der Abgeschlossenheit der Hirnventrikel hält VIRCHOW irgend eine erhebliche Flüssigkeitsmenge in denselben für »exsudativ»; und diese Ansicht wird noch dadurch gestützt, dass bei Hydrocephalus internus acutus die Flüssigkeit von anderer Zusammensetzung (eine relative Häufigkeit der Kali- und Phosphatsalze nach SCHMIDT) als das peripherische Oedem der Pia mater sei; es »müssen in den Ventrikeln ganz eigenthümliche Verhältnisse vorliegen».

BRUNS [2]) beschreibt das Cavum subarachnoideale als »an einzelnen Stellen weit und geräumig, an anderen sehr eng, ja es ist sogar möglich, dass es nicht einmal einen einfachen, überall frei zusammenhängenden Hohlraum bildet, indem die an der convexen Oberfläche des Grosshirns in der Tiefe zwischen den Hirnwindungen befindlichen kleinen Zwischenräume in Folge der vielfachen Verbindungen zwischen der Pia mater und der Arachnoidea nicht sämmtlich unter einander und mit dem grösseren Raume an der Hirnbasis zu communiciren scheinen». Die weitesten Stellen des Subarachnoidalraumes, die Sinus subarachnoidales BRUNS, »befinden sich theils unter dem Gehirne an dem mittlern Theile seiner Grundfläche», »theils über der Medulla oblongata am unteren Ende der vierten Hirnhöhle da, wo die Arachnoidea frei von dem kleinen Gehirne zum verlängerten Mark hinübergespannt ist». »Diese Sinus stehen in freier, weiter Communication unter einander und mit dem Unterarachnoidealraume an dem Rückenmarke».

LUSCHKA [3]) machte dann sowohl die Adergeflechte als die Hirnhöhlen und die Subarachnoidalräume zum Gegenstand eingehender Untersuchungen. Er bestätigte die Existenz des Loches zwischen dem vierten Ventrikel und den Subarachnoidalräumen und nannte es nach seinem Entdecker das Magendie'sche Loch. Beim Menschen ist dieses Loch eine ganz normale Bildung, nicht aber bei allen Thieren. »Nach Untersuchungen, welche ich beim Pferde anstellte», sagt LUSCHKA, »finde ich hier in Uebereinstimmung mit RENAULT am untern Ende des vierten Ventrikels einen völligen Verschluss. Dieser ist bewerkstelligt durch eine äusserst dünne, durchscheinende, höchst zerreissliche, zwischen dem hintern, bei jenem Thiere zapfenähnlichen Ende des kleinen Gehirnes und dem beiderseitigen Rande des Calamus scriptorius bis zu dessen Spitze herab ausgebreitete Membran». Das verschliessende Häutchen besteht aus netzförmig verbundenen dünnern und dickern Zellstoffsträngen und enthält Spuren von Blutgefässen. Es »liegt unter der sehr locker zwischen dem verlängerten Marke und kleinem Gehirne ausgebreiteten Arachnoidea und erstreckt sich von deren innerer Fläche, eine directe Continuität ihrer Gewebselemente darstellend, bis zu dem genannten Rande der untern Hälfte der Rautengrube, um sich dort in der Gefässhaut zu verlieren». Ausser demselben erkannte aber LUSCHKA noch zwei andere Löcher, welche vom vierten Ventrikel in die Subarachnoidalräume führten. Seine Beschreibung lautet so: Beiderseits verläuft der äussere Winkel des Ventrikels »als eine Rinne nach aussen, durch welche der seitliche Theil des Adergeflechtes der vierten Hirnhöhle heraustritt, während die Arachnoidea über diese Stelle frei hinweggespannt ist. Der äussere Winkel setzt daher den vierten Ventrikel mit dem Subarachnoidealraum in einen offenen Verband. Die Lücke, an welcher die Pia mater in das Ependyma übergeht, ist inzwischen durch den seitlichen Theil des vierten Adergeflechtes so verlegt, dass nur eine enge Spalte übrig bleibt, welche aber völlig genügt, um Flüssigkeit, welche von unten her bei noch bestehender Tela chorioidea inferior mit dem Tubulus eingetrieben wird, an jener Stelle unter der Arachnoidea zum Vorscheine kommen zu lassen. Es ist diese anatomische Nachweisung um so wichtiger, als man bei manchen Thieren, wie beim Pferde, das untere Ende des vierten Ventrikels völlig verschlossen findet, wo es dann nur die äussern Winkel jener Höhle sind, welche einen Zusammen-

[1]) Allgemeine Störungen der Ernährung und des Blutes. Handb. d. spec. Pathologie und Therapie. Erster Band. 1854. — Die Kursivirung gehört uns. [2]) Handbuch d. pract. Chirurgie. 1 Abtheil. Tübingen 1854. [3]) Die Adergeflechte des menschlichen Gehirns. Berlin 1855.

hang zwischen Hirnventrikel und Subarachnoidealraum vermitteln können». »Nur ausnahmsweise, und wie es scheint als krankhaftes Vorkommniss ist über den seitlichen Theil des Adergeflechtes und über die dem äussern Winkel entsprechende Oeffnung ein Häutchen hinweggespannt, welches jenen abkapselt und diese verschliesst. Ich erkannte das Häutchen als eine dicke, gelbliche, zähe, aus Zellstoff gebildete Lamelle, welche mir als erkrankte faltenartige Verlängerung der die Oberfläche der Flocke überziehenden Gefässhaut erschien» [1]).

Durch sieben Versuche bemühte er sich den Zusammenhang aller Subarachnoidalräume sowohl des Rückenmarks als des Gehirns mit einander und unter sich sowie den Zusammenhang aller dieser Räume mit den Hirnventrikeln experimentell darzulegen. Bei dem ersten Versuch hängte er eine Leiche an den Füssen auf und entfernte dann das Schädeldach; er fand da sowohl in den Furchen als über den Windungen des Gehirns eine Menge von Flüssigkeit, welche beim Anstechen der Spinnwebenhaut ausfloss. Beim zweiten Versuch hängte er die Leiche am Kopfe auf, entfernte dann das Schädeldach und schnitt die Dura mater auf. Keine Flüssigkeit wurde in den Subarachnoidalräumen gefunden. Dann hängte er die Leiche nach Zurechtlegung der Dura und des Schädeldaches einige Stunden an den Füssen auf. Nach dieser Zeit wurden die Subarachnoidalräume mit Flüssigkeit erfüllt gefunden. Wurde die Leiche noch ein Mal in aufrechter Position erhalten, verschwand wieder die Flüssigkeit. Beim dritten Versuch trieb er unter der Arachnoidea an einer Furche der Hemisphären des grossen Gehirns mit Wasser reichlich verdünnte schwarze Tinte durch einen feinen Tubulus mittelst einer Spritze unter sehr schwachem Drucke ein. Die Flüssigkeit verbreitete sich alsbald im grössten Theile des Subarachnoidalraumes der entsprechenden Hemisphäre und wurde nach der Herausnahme des Gehirnes aus der Schädelhöhle auch am Unterlappen und in den grossen Räumen der Grundfläche vorgefunden. Sie hatte auch das subseröse Gewebe der Hirnwindungen durchsetzt. Beim vierten Versuch wurde der Kopf in der Höhe des fünften Halswirbels abgeschnitten. Am Halse entfernte man die Wirbelbögen bis zum Atlas und befestigte nun einen langen, unter die Arachnoidea geschobenen Tubulus. Mit schwarzer Tinte gefärbtes Wasser wurde nun ganz behutsam so eingespritzt, dass es »mehr durch seine eigene Schwere als durch den Druck der Spritze» in die Subarachnoidalräume und in die Gehirnhöhlen gelangen konnte. Dann wurden Schädeldach und Dura mater entfernt. Man fand die Flüssigkeit über den grössten Theil der Hemisphären des grossen und kleinen Gehirns ausgebreitet, sowie in den grossen Subarachnoidalräumen der Basis angesammelt. »Ein kleiner Theil der Flüssigkeit war in die vierte Hirnhöhle und durch den deutlich geschwärzten Aquæductus Sylvii bis in den dritten Ventrikel gelangt». Beim fünften Versuch wurde die Eröffnung des Schädels an seiner Grundfläche vorgenommen. In der Mitte des grossen über die Hirnschenkel hinweggespannten Theiles der Arachnoidea wurde nun durch eine kleine Oeffnung die Flüssigkeit mit einer Spritze ausgezogen. Nahezu zwei Unzen eines hellen Fluidum (Cerebrospinalflüssigkeit) wurde in dieser Weise ausgepumpt. Bei der nachherigen Einspritzung gefärbter Flüssigkeit liess sich dieselbe in dem grössten Theile des Subarachnoidalraumes und namentlich bis über die Hemisphären des grossen Gehirnes hintreiben. Beim sechsten Versuch wurde durch einen besonderen »Knochentroicart» durch die Nase einer Leiche der Körper des Keilbeins durchgebohrt, dies insbesondere in Rücksicht auf die Lehre von den Brüchen der Schädelgrundfläche. Alsbald floss eine klare Flüssigkeit ab. Man führte dann das Instrument in die Paukenhöhle ein und durchbohrte das Labyrinth; die Cerebrospinalflüssigkeit floss auch in dieser Weise ab. Beim siebenten Versuch wurde Luft in die Subarachnoidalräume von einer sehr beschränkten Stelle (z. B. von einer Hirnfurche) eingeblasen. Hierdurch konnte man sehr expedit den Zusammenhang der verschiedenen Abschnitte des Subarachnoidalraumes darlegen. Luschka bemerkt noch, dass er bei Enthaupteten das Eindringen der Luft in sämmtliche Subarachnoidalräume des Gehirns und zwar vom Cavum subarachnoidale des Rückenmarks aus in sehr ausgeprägter Weise wiederholt wahrgenommen habe. Die Flüssigkeit fliesst durch den weit offenen Subarachnoidalraum des Rückenmarks ab, und die Luft dringt ein.

---

[1]) In einer etwas späteren Abhandlung »Ueber die Communication der vierten Hirnhöhle mit dem Subarachnoidalraume» (Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. B. III. 1859) hat Luschka das normale Bestehen und die Beschaffenheit des »Hiatus Magendii» hervorgehoben. Er fügt noch einen Beweis für die Existenz desselben an; »Lässt man,» sagt er, »nach Entfernung des grossen Gehirnes das kleine, vom Gezelte bedeckte Hirn unversehrt in seiner Lage, und durch den Aquæductus Sylvii ein gefärbtes Fluidum mit Hilfe eines Tubulus durchfliessen, dann wird man den Liquor cerebrospinalis im Subarachnoidealraume des Rückenmarkes entsprechend gefärbt finden». Dass die Oeffnung nicht durch Zerreisen entsteht, wird auch dadurch bewiesen, dass beim Pferde das verschliessende Häutchen, welches sehr dünn und überaus zerreisslich ist, ohne Schwierigkeit trotz der Manipulationen beim Herausnehmen des Gehirns in voller Integrität erhalten wird. »Das Gesetz der Communication des vierten Ventrikels mit dem Subarachnoidealraume erleidet übrigens auch beim Fehlen eines Hiatus Magendii, bei den Säugethieren, wie es scheint, keine Ausnahme, da jedenfalls eine offene Verbindung durch die lateralen Ventrikel der vierten Hirnhöhle vermittelt wird».

Der Subarachnoidalraum des Rückenmarks ist am Hals- und Lendentheil ungleich umfänglicher als am Rückentheile. Die Arachnoidea spinalis besteht aus einem visceralen und einem parietalen Blatt. Zwischen dem visceralen Blatt der Arachnoidea einerseits und der Pia andrerseits begegnet man sehr vielen Verbindungsmitteln. Die am meisten auffallende Verbindung ist die entlang der ganzen hinteren Mittelfurche des Rückenmarkes verlaufende dünne Lamelle, welche als eine Art von Mediastinum erscheint; selten ist sie völlig continuirlich, sondern gewöhnlich mehrfach durchlöchert oder ganz durchbrochen, und durch linear hinter einander stehende, kleinere Blättchen vertreten. Die verbreitetsten Verbindungsmittel aber, welche an der ganzen übrigen innern Fläche gesehen werden, sind sehr feine, bald ganz einfache, bald mannigfach unter einander verbundene Fädchen. Jene Fäden sind reichlicher und auch vielfacher unter einander verbunden am Halstheile des Rückenmarks, einfacher und länger am Rücken- und zumal am Lendentheile, an welchem sie mit den Wurzelfäden der Cauda equina in Verbindung stehen. Das Visceralblatt der Arachnoidea spinalis bildet um die Wurzeln der Rückenmarksnerven scheidenartige Fortsätze, welche innerhalb der entsprechenden Dura-mater-scheiden nach auswärts sich verfolgen lassen und erst jenseits der Ganglien, in der Neurilembildung untergehen.

Die Arachnoidea cerebralis besteht auch aus einem visceralen und einem parietalen Blatt. Das viscerale Blatt liegt, als Fortsetzung desjenigen des Rückenmarks, über das verlängerte Mark, die Varolsbrücke, das Thal des kleinen Gehirns nur locker auf der Pia mater; ebenso an der Oberfläche des Oberwurms und der Hemisphären des kleinen Gehirns. Aber auch bei der Umkleidung des grossen Gehirns lässt sich die Arachnoidea mit der ganzen Eigenthümlichkeit ihres feinen Baues als gefässarme Membran von der Pia mater ablösen und in ihrer Continuität mit den über die Gehirnfurchen weggespannten Partien herstellen. Die beiden Membranen (Arachnoidea und Pia) sind auf den Hirnwindungen durch einen zu einem verhältnissmässig engmaschigen Netzwerk verbundenen Zellstoff, ein subseröses Bindegewebe, vereinigt. Wie nun aller gefaserte Bindestoff untereinander communicirende Räume enthält, ganz so ist die Einrichtung auch dort, so dass die dünne Cerebrospinalflüssigkeit durch jenes Gewebe durchfliessen kann. Über die Hirnfurchen erscheint die Arachnoidea nur als brückenartig hinweggespannte Fortsetzung des über den Windungen befindlichen Theiles derselben. Dieses Verhältniss zu den in die Tiefe der Furchen ziehenden Gefässhautfortsätzen bedingt ebenso viele Flüssigkeit enthaltende Räume, als Furchen vorhanden sind, welche alle untereinander in offener Verbindung stehen. Die Weite der den Furchen entsprechenden Subarachnoidalräume wechselt sehr nach der Dicke der Gehirnswindungen und nach der Menge der gerade angesammelten Flüssigkeit. Auch zwischen der über die Hirnfurchen weggespannten Arachnoidea und der in diese eintretenden Gefässhaut finden sich zahlreiche Bindegewebsfäden, welche sehr fein sind und weit von einander abstehen, übrigens im Gröbern das darstellen, was man im Feinern zwischen den entsprechenden Häuten der Windungen findet. Die an der Grundfläche des Gehirnes befindlichen, sehr umfänglichen Subarachnoidalräume, welche Luschka (nach Bruns) Sinus subarachnoideales nennt, lassen sich nach ihm in drei unpaarige in der Mittellinie gelegene und drei paarige seitlich gelegene unterscheiden. Von den unpaarigen liegt der umfänglichste zwischen dem hintern Umfang der Medulla oblongata und dem Thal des kleinen Gehirns. In ihrer Tiefe findet eben die Communication des vierten Ventrikels mit dem Subarachnoidalcavum statt. Der zweite unpaare Sinus entspricht dem dreiseitigen, von den beiden Hirnschenkeln, dem Rande der Varolsbrücke und der Sehnervenkreuzung begrenzten Raum. Ueber das sog. Trigonum intercrurale ist ein dünnes Blatt der Arachnoidea brückenähnlich hinweggespannt. Seiner Lage zum Hirnschädel nach entspricht der Raum dem Körper des Keilbeines von der Declivitas Blumenbachii an bis zum Sattelknopfe hin. Wenn Brüche jenes Knochenabschnittes eingetreten sind, mit welchen eine Zerreissung der harten Haut und der Arachnoidea verbunden ist, tritt die Cerebrospinalflüssigkeit leicht aus und kann durch die Nase abfliessen, was eben in praxi geschieht. Der dritte unpaare Sinus ist sehr unbedeutend und erstreckt sich von der vorderen Seite der Sehnervenkreuzung an, über die graue Endplatte hinweg, bis gegen den Schenkel des Balkenknies hin. Von den paarigen Subarachnoidalsinus sind jene die grössten und practisch wichtigsten, welche an der unteren Fläche des kleinen Gehirnes zwischen ihm und dem seitlichen Umfang der Medulla oblongata sich bis gegen den vordern Rand der Varolsbrücke hin erstrecken. In ihnen liegen die Wurzeln der meisten Hirnnerven, sowie der seitliche vom Nerv. glossopharyngeus und vagus etwas bedeckte Theil des vierten Adergeflechtes. Es entspricht dieser Raum, seiner Lage zu den Knochen nach, der Verbindung zwischen Felsenbein und dem Rande des Körpers vom Hinterhauptsbeine und bildet besondere divertikelartige Fortsätze in den innern Gehörgang und in die Nische, welche zur Aufnahme der Wurzel und des Ganglion des Trigeminus durch die harte Hirnhaut über der Spitze des Felsenbeines gebildet wird; diese Sinus sind für die Lehre von den Brüchen des Felsenbeines vom grössten Belange, da

aus ihnen zunächst, wenn die Weichtheile mit zerrissen sind, Cerebrospinalflüssigkeit durch das Ohr nach aussen hin fliesst. Die zwei übrigen Paare der Sinus entsprechen den seitlichen Theilen der Fissura cerebri transversa und den Sylvischen Gruben und sind durch Länge und Schmalheit, sowie durch eine nur geringe Tiefe ausgezeichnet. Jene Sinus sind von zahlreichen dünneren und dickeren Zellstofffäden durchzogen.

Die Arachnoidea cerebralis sendet mit jedem anstretenden Gehirnnerven eine scheidenartige Umhüllung, welche zusammen mit den entsprechenden Scheiden der Dura und Pia mater den Anfang zur Bildung seines Neurilems bildet. Es wäre ganz irrthümlich, wenn man glauben wollte, die Arachnoidea schlage sich da, wo die Nervenwurzeln die Dura mater verlassen, einfach und in Totalität auf deren inneren Fläche um; im Gegentheile lässt sich nach sorgfältiger Spaltung der Dura-mater-Scheide die ihrer innern Oberfläche genau anliegende und nach aussen hin allmählig verschwindende Arachnoidalscheide auf das Deutlichste sehen und dabei erkennen, dass sie aus den tieferen Lagen des Gewebes der Arachnoidea gebildet wird, während die oberste Schicht zur Erzeugung der parietalen Spinnwebenhaut auf die innere Fläche der Dura mater übergeht.

Von den Gefässscheiden der Arachnoidea ist besonders jene bemerkenswerth, welche als Canalis Bichati den Stamm der Vena magna Galeni umgiebt und zwischen Balkenwulst und Vierhügel ins Innere des Gehirns tritt. In den meisten Fällen ist man hier im Stande eine Sonde leicht zwischen Vene und Arachnoidea in die Tiefe zu führen. Untersucht man jene scheidenartige Umhüllung etwas genauer, wird man eine Anzahl kleinerer, mit ihr in offener Communication stehender Scheiden finden, nämlich für diejenigen Venenzweige, welche sich in den Stamm der V. Galeni einsenken. Wenn man in das sog. Foramen Bichati mit einem Tubulus Luft einbläst, erhebt sich die Arachnoidea stellenweise zumal an der oberen Fläche des kleinen Gehirns; zugleich aber erhebt sich gewöhnlich auch die über dem dritten Ventrikel ausgespannte Tela chorioidea. Eine weiter gehende Untersuchung zeigt indessen, dass die um die Vena magna Galeni scheidenartig ins Innere getretene Arachnoidea sich allmählig in der Adventitia der innern Gehirnvenen verliert. Bei selbst nur schwachen Insufflationen tritt sehr leicht stellenweise Zerreissung dieser äussert zarten Umhüllung ein, wobei Luft dann freilich in den dritten Ventrikel kommt und die Tela erhebt; eine Sonde tritt auf dieselbe Weise, wie durch kein Hinderniss aufgehalten, frei in die dritte Hirnhöhle hinein.

Von dem feineren Bau der Rückenmarks- und Hirnhäute giebt LUSCHKA auch in dieser Arbeit über die Adergeflechte eine Darstellung. Die zwischen der Arachnoidea und Pia verlaufenden Fäden bestehen aus einer grösseren oder geringern Anzahl von Bindegewebsbündeln, welche meist isolirt, an manchen Stellen aber auch unter einander mehrfach verschmolzen sind. Die meisten dieser Bündel sind von feinen elastischen Fasern spiralig umwickelt, wie man besonders deutlich nach Behandlung des Objectes mit Essigsäure findet. In manchen jener Fäden liegen, von den spiraligen Fibrillen umschlossen, der Länge nach verlaufende, mannigfach gewundene, elastische Fasern. Ebenso sieht man mitunter ein feines Blutgefäss oder einzelne Nervenröhrchen durch sie von der Gefässhaut aus in das Gewebe der Arachnoidea gelangen und sich daselbst vertheilen. Das Visceralblatt der Arachnoidea spinalis hat zu seiner wesentlichen Grundlage netzförmig untereinander verbundene, dünnere und dickere Bindegewebsbündel, welche vielfach von feinen elastischen Fasern in Spiraltouren umwickelt sind. Ausserdem sieht man reichliche isolirte, feinere und gröbere Bindegewebsfibrillen. Sehr bemerkenswerth ist die auf beiden Flächen der Haut bestehende Epithelialbekleidung, welche sich von der inneren Fläche noch überdiess auf die Gefässhaut des ganzen Rückenmarks erstreckt. Blutgefässe und Nerven fand LUSCHKA nach ausführlichen Untersuchungen in der Arachnoidea, aber in ausserordentlich geringer Menge. An den in den Sinus subarachnoidales des Gehirns vorkommenden zahlreichen dünneren und dickeren Zellstofffäden ist die spiralige Umwickelung mit elastischen Fibrillen gewöhnlich frappant deutlich; sie sind ausserdem häufig blutgefäss- und nervenhaltig; zahlreiche feinere Blutgefässe durchsetzen auch jene Räume. Die Arachnoidea cerebralis besteht aus theils homogenen, theils längsgestreiften, meist aus wirklich getrennten Fibrillen bestehenden dünneren und dickeren Zellstoffsträngen, welche unter einander zu einem, sehr unregelmässige Maschenräume enthaltenden Netzwerke verbunden sind. Isolirte Bindegewebsfibrillen sieht man überall zwischen den Bündeln und begegnet ihnen als einer fast gleichförmigen sehr dünnen Lage besonders an der Oberfläche des Faserstroma, hart unter dem Epithelium. Sehr zahlreiche feine elastische Fasern sind den Zellstoffbündeln beigegeben. Diese Fasern laufen sowohl der Längsachse der Bündel entlang, in deren Inneres eingeschlossen, als auch in manningfacher Weise um sie herumgewickelt. Als Fortsetzungen dieser Bündel erscheinen die Zellstofffäden, welche zur Pia überspringen und als sog. subarachnoidales Bindegewebe das Cavum subarachnoidale durchziehen. Sie verlieren sich in der Bindegewebsgrundlage der Pia. Ein Epithelium bekleidet beide Flächen der Arachnoidea. Dies Epithel besteht scheinbar aus länglich runden, melonenkernähnlichen, platten, feingranulirten

Körperchen. Diese Formelemente erscheinen in eine höchst feine Molecularmasse wie eingestreut. Näher untersucht erweisen sich jene Körper als Kerne von Zellen. »Es hängt diess auch ganz mit dem Bildungsvorgang zusammen, indem erst Kerne aus dem Blastem hervorgehen, um welche sich dann eine feinkörnige Masse niederschlägt, welche dann schliesslich, zur Vollendung der Zelle, von einer structurlosen Membran begrenzt wird.» Ein Stehenbleiben auf der frühern Stufe sieht man nicht selten, und erkennt »zum Zeugniss der nicht eingetretenen Differenzirung nur eine feinkörnige Membran mit bald mehr, bald weniger eingelagerten Kernen».

In seiner früheren Arbeit über die serösen Häute [1]) beschreibt Luschka noch eingehender den feineren Bau der Arachnoidea. Das Epithel der äusseren Fläche fand er aus zwei Schichten bestehend, von denen die obere von der jüngern untern verschieden ist; die erstere wird durch eine nicht continuirliche Lage polygonaler, meist kernloser Plättchen gebildet, während die zweite Schichte aus meist ovalen granulirten Körpern besteht, die durch eine feinkörnige Molecularmasse zusammengehalten werden. Diese Form sah Luschka besonders deutlich an der Arachnoidea spinalis, nicht bloss an der äussern, sondern auch an der innern Fläche; an den brückenartig ausgespannten Partien der Arachnoidea cerebri gelang es ihm nur einigemal auf ihrer innern Fläche Epithelialplättchen zu finden. Die Zellstoffbündel des faserigen Stratum der Arachnoidea beschrieb Luschka in derselben Arbeit als bald homogen, bald zusammengesetzt aus sehr zahlreichen, nahe aneinander liegenden Fibrillen, die meist regelmässig geschlängelt sind. Oft sah er auch ganz homogene, isolirte platte Fasern von lebhaft bläulichem Schimmer. Durch alle diese Fasergebilde wird ein unregelmässig und grossmaschiges Netz gebildet. Die Netzräume sind von homogenem oder feingekörntem Bindestoff erfüllt, oder durch sie ziehen isolirte Zellstofffäden gemischt mit serösen Fasern.

Das parietale, der inneren Oberfläche der Dura mater anliegende Blatt der Arachnoidea spinalis ist von dem visceralen auffallend verschieden [2]). Es ist »ein ausserordentlich zartes, leicht zerstörbares Häutchen», welches sich meist nur in kleineren Partien abstreifen lässt. Es besteht aus einer Faserlage und einem Epithelium. Die meisten Formelemente der faserigen Grundlage sind feine isolirte Bindegewebsfibrillen, welche vielfach die Form und Verlaufsweise der serösen Fasern darbieten, so wie einzelne von Spiralfasern umwickelte Bindegewebsbündel. Der Uebergang der beiden Arachnoidalblätter findet an den Stellen statt, wo die Arachnoidea scheidenartige Fortsätze für die Nerven nach aussen hin sendet, da wo diese den Sack der Dura verlassen, in der Weise, dass nur ein geringer Antheil, vorwiegend die oberste Schicht, sich auf die Dura mater fortsetzt. Corpora amylacea kommen sehr gewöhnlich im parietalen wie im visceralen Blatt vor. Das parietale Blatt der Arachnoidea cerebralis unterscheidet sich von dem des Rückenmarks dadurch, dass es nur isolirte Bindegewebsfasern, keine durch elastische Bestandtheile umwickelte Zellstoffbündel enthält, so wie dadurch, dass »es sich stellenweise zur Bildung eigenthümlicher Fortsätze erhebt», die von Luschka angenommenen »parietalen» Arachnoidalzotten (S. unten bei den Pacchionischen Granulationen).

Lenhossék [3]) beschrieb ausführlicher den schon von Purkinje entdeckten Plexus nervosus piæ matris und fand sogar zerstreute Ganglienzellen an demselben. Die Pia mater selbst lässt nach ihm »durch die ganze Höhe der Medulla spinalis hindurch nirgends eine Epithelialschicht als Attribut eines serösen Visceralblattes, wie es zweifelsohne an anderen Stellen, z. B. an der Schädelbasis, H. Luschka gesehen haben mag, erkennen, sondern sie besteht lediglich aus vollkommen ausgebildeten und nicht formlosen Bindegewebsfasern, deren bekannte Wellenverlaufsweise eine Längsrichtung zeigt, nie aber, wie Kölliker angiebt, gestreckt verlaufen. Das, was man Visceralblatt der Arachnoidea nennt, ist nur, wie es Prof. E. Brücke bewiesen hat, die obere, und das, was man Pia mater nennt, eigentlich nur die tiefere gefässreichere Bindegewebsschicht, so wie überhaupt die Arachnoidea sich im Wesentlichen durch gar nichts von dieser unterscheidet und eben so ihre von V. A. Bochdalek beschriebenen Nerven mit den von G. N. Czermak beobachteten Ganglienzellen besitzt. Sowohl an der äusseren wie auch inneren Fläche der Pia mater kommen elastische Fasern vor». »Sie bilden an der äusseren Oberfläche der Pia mater ein ziemlich regelmässiges Netz mit mehr weniger rhomboidalen grossen Maschen».

Am Sehnerven findet man nach Donders [4]) »sowohl bei Quer- als bei Längsschnitten zwei feste faserige Scheiden; eine äussere dickere und eine innere dünnere, beide ziemlich reich an vielfach zusammenhängenden elastischen Elementen». »Zwischen den beiden Scheiden befindet sich eine Lage lockeren Bindegewebes, durch welches der Nerv mit seiner inneren Scheide in der äusseren verschiebbar ist. Dieses Bindegewebe besteht aus scharf begrenzten $^{1}/_{180}$—$^{1}/_{80}$, gewöhnlich $^{1}/_{125}$ Mm. breiten, netzweise verbundenen Bündeln, die, zumal in der Nähe der inneren

[1]) Die Structur der serösen Häute. Tübingen 1851. [2]) Die Adergeflechte des menschlichen Gehirns. 1855. [3]) Neue Untersuchungen über den feineren Bau des centralen Nervensystems des Menschen. Denkschriften d. K. Akademie d. Wissensch. Wien 1855. — Ebenso in der zweiten vermehrten Auflage. Wien 1858. [4]) Archiv f. Ophthalmologie. Bd I. Abtheil. II. 1855.

Scheide, regelmässig mit dünnen spiralförmig gewundenen elastischen Fasern versehen sind. Weder die äussere feste Scheide, noch die Bindegewebslage zwischen den beiden Scheiden, in der man Blutgefässe, und in seltenen Fällen auch einige Fettzellen wahrnimmt, stehen mit den Nervenbündeln in irgend welcher Beziehung. Diese letzteren werden nur durch ziemlich feste, faserige Fortsetzungen der inneren Scheide von einander getrennt, so dass sich auch zwischen den secundären und tertiären Bündeln kein lockeres Bindegewebe vorfindet; die elastischen Elemente sind hier aber weniger entwickelt, und scheinbar nichts anderes, als durch dünne Fortsätze mit einander zusammenhängende kleine längliche Kerne. Die äussere Scheide verliert sich, wie man bei einem Längsdurchschnitte sieht, in die zwei äusseren Drittheile der Sclerotica, in welche mit dieser Scheide zugleich Blutgefässe und Nerven eintreten. Die innere Scheide dagegen umhüllt den Stamm bis ganz in die Nähe der Chorioidea, mit der einige ihrer Fasern unzweifelhaft zusammenhängen, während sich die anderen unmittelbar unter der Chorioidea nach aussen zur Sclerotica umschlagen».

Nach Bidder [1]) sieht man unter dem Mikroskop am Querschnitt der Rückenmarks eine grosse Menge zarter Fäserchen, die von der Pia mater zum Rückenmark selbst übergehen. Die Bindesubstanz seiner weissen Substanz steht in ununterbrochenem Zusammenhang mit dieser Haut.

Bergmann [2]) fand am Kleinhirn des neugeborenen Kätzchen zwischen der Rinde und der Pia mater eine helle, von zahllosen, zarten Fäserchen senkrecht durchzogene Schicht. Diese Fäserchen sind nach ihm die letzten Enden von etwas derberen, scharf gezeichneten Fasern, welche die äusserste Schicht der grauen Substanz durchsetzen, und an deren sich im isolirten Zustande kurze, unter spitzen Winkeln oft in der Richtung gegen das Innere abgehende Aestchen wahrnehmen liessen. Diese Fäserchen mit ihren Aestchen sollen dort ein Netz bilden. Er vergleicht sie mit den Radialfasern der Retina; es soll sogar eine der Membrana limitans gleichende zarte, structurlose Lamelle hier vorhanden sein, an welche sich die Fasern inseriren und welche von der Pia mater abgelöst gesehen wurde. Die äussere helle Saumschicht wurde nur bei diesem neugeborenen Kätzchen gefunden, nicht beim erwachsenen Thiere oder beim Menschen; deshalb glaubte Bergmann sie als eine Bildungserscheinung ansehen zu müssen.

Hess [3]) erwähnt die von Bergmann zuerst gefundenen, zarten, die äusserste Zone der grauen Schicht durchsetzenden Fäserchen; sie entspringen indessen nach Hess von der Pia mater selbst, und dringen ohne feine Seitenäste ziemlich parallel in die graue Schicht hinein. Sie stehen auch nach ihm in keiner Beziehung zum Nervensystem, gehören eher zum Bindematerial.

Die umspinnenden Fasern der Arachnoidea, von welchen Kölliker [4]) die ringförmigen Bildungen ausscheiden will und womit er nur »die schmalen spiralig verlaufenden faserartigen Züge» meint, beschreibt er folgender Weise: »Man untersuche die Arachnoidea eines reifen Fötus oder eines Kindes aus dem ersten Jahre und man wird sich bei nur einigermaassen sorgfältigerem Eingehen bald überzeugen, dass an vielen Orten die schon gut ausgeprägten Spiralfasern mit kernhaltigen Anschwellungen versehen sind. Solche Fasern, die man ohne Weiteres Bindegewebskörperchen oder Saftzellen heissen kann, treten besonders in dreierlei etwas verschiedenen Formen auf. In den meisten Fällen stehen dieselben wie beim Erwachsenen etwas weiter von einander ab, setzen sich jedoch nicht selten durch feine Ausläufer unter einander in Verbindung, so dass die Bindegewebsbündel meist reichlicher umsponnen sind, als man es den spätern Bildern zufolge erwartet. Ausserdem findet man aber hie und da Bündel, die stellenweise eine fast vollständige Scheide von sehr deutlichen queren Saftzellen haben, so dass oft Bilder entstehen, die in gewissem Sinne an die Muskelhaut einer Arterie erinnern. Drittens endlich findet man, und diese Objecte sind die schönsten, allerdings nicht häufig, ganze Gruppen von Saftzellen aussen an den Bündeln anliegen, und von diesen gehen dann fascikelweise nach einer Seite dunkle elastische Fasern ab, die auf längere Strecken ein Bündel mit schönen Spiraltouren umgeben. Neben diesen lehrreichen Formen fehlen nun allerdings ausgebildete Spiralfasern ohne Kerne auch nicht». »Beim Erwachsenen nun sah ich bisher von solchen Saftzellen nichts mehr. Die Scheide der Bündel zeigt hier an vielen Orten, besonders nach Natronzusatz, ein dichtes Netzwerk feiner blasser Fäserchen mit stellenweise stärkeren Zügen; die letzteren sind nichts anderes als die Spiralfasern, wogegen von den andern noch zu ermitteln ist, ob sie alle zu diesen oder zu der bindegewebigen Grundlage der Scheide gehören. Die letztere scheint aus Zellen mit blassen grösseren Kernen sich zu entwickeln, von denen man noch beim Neugebornen Ueber-

[1]) Bidder und Kupffer: Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks. Leipzig 1857. [2]) Zeitschr. für ration. Medizin N. F. Bd VIII. [3]) De cerebelli gyrorum textura disquisitiones microscopicæ. Dorpat 1858. [4]) Zeitschr. f. Wissensch. Zoologie. Bd 9. 1858.

reste sieht». Die Existenz der Spiralfasern ist also nach Kölliker sicher gestellt. Die Ringfasern können aber durch partielle Ausdehnungen der Scheide oder ein partielles Nachgeben derselben gegen den Druck des durch Essigsäure aufquellenden Bündels entstehen, indem hierdurch reihenweise hinter einander liegende Anschwellungen und Einschnürungen zwischen denselben gebildet werden, an welchen dann die nicht ausgedehnte Scheide den Anschein ringförmiger Fasern und Bänder erzeugt.

Henle [1]) betont, dass es zur Darstellung der Ring- und Spiralfasern des Bindegewebes der Essigsäure nicht bedarf, indem dazu eine 2—3tägige Maceration in Wasser genügt. Dabei kamen ihm die von Kölliker beschriebenen Formen vor, welche eine continuirliche Scheide haben; aber je augenfälliger diese wirklichen Scheiden, um so schärfer charakterisiren sich die Bündel, denen sie fehlen oder nur in Rudimenten angehören. In demselben Präparat können sowohl dicke als dünne, spärlich und reichlich mit umspinnenden Fasern versehene Bündel vorkommen; dasselbe Bündel ist an einer Stelle seines Verlaufs dicht umwickelt und dann wieder auf langen Strecken nur hie und da von einer reifenförmigen Faser umfasst oder von zwei Bündeln, welche aus einem Stämmchen durch Theilung hervorgehn, ist das eine nackt, das andere mit engen Spiraltouren umwunden. Die Scheiden der Bündel sind ebenso unbeständig und regellos, wie die Spiralfasern; sie sind im Allgemeinen seltener, doch wird man nicht leicht eine Arachnoidea, von welchem Alter sie sei, vergeblieb darnach durchsuchen. Bald umschliessen sie die Bündel ganz genau, bald haben sie aber den doppelten und dreifachen Duchmesser des Bindegewebsbündels. Verliert sich die Scheide im Laufe eines Bündels, so geschieht dies durch allmählige Verdünnung und Zuschärfung. Die Substanz der Scheide ist structurlos oder feinkörnig oder feinquerfasrig; zuweilen sehen die Körnchen am Rande wie scheinbare Querschnitte der feinen Querfasern aus; sie ist fest und starr und verhindert das Aufquellen der Bündel, so weit sie dieselben einschliesst; dabei bleibt der äussere Contour der Scheide vollkommen eben; niemals sah Henle sie einreissen oder sich ungleichmässig ausdehnen und die Bündel einschnüren; häufig aber sind innerhalb der continuirlichen Scheide die Bindegewebsbündel von Ring- und Spiralfasern umgeben. Nicht selten finden sich auch beim Erwachsenen Anschwellungen im Verlaufe der umspinnenden Fasern, die Henle früher für die Reste der in Fasern auswachsenen Kerne gehalten hatte. Es kann sein, sagt er, dass sie eher die Bedeutung von Zellen haben, der Kölliker'sche Name »Saftzellen» schien ihm aber nicht wohl angewandt.

Robin [2]) gab eine Beschreibung von der Structur der Capillaren des Centralnervensystems. Der leichteren Darstellung wegen theilte er sie in drei Kategorien. Die erste (von, 0.007—0.03 Mm. Breite) hat nur eine einzige Schicht, von einer homogenen Substanz, ohne Fasern und Streifen, sowie ohne Löcher oder Spalten, aber mit eiförmigen, längsgestellten Kernen versehen. Die zweite Art (von 0.03—0.07 Mm. Breite) hat eine doppelte Wand; die innerste Schicht ist eine Fortsetzung derjenigen der eben beschriebenen Capillaren; die äussere besteht aber durch und durch aus Faserzellen (fibres-cellules), welche ebenso wie ihre Kerne quer um das Gefäss angeordnet sind und mittelst verdünnter Salpetersäure isolirt werden können. Die dritte Kategorie der Capillaren (von 0.06—0.15 Mm. Breite) haben ausser den eben beschriebenen zwei Schichten, welche der Tunica intima und T. media entsprechen, noch eine Haut, eine Tunica adventitia von längsgehenden, parallelen, wellenförmigen Fibrillen (fibrilles de tissu laminaire). Die Faserzellen der T. media der Capillaren des centralen Nervensystems sind besonders zahlreich.

An einer gewissen Anzahl der Capillaren des Gehirns, des Rückenmarks, des Ependyms der Pia mater fand Robin aber noch eine eigenthümliche, homogene oder kaum gestreifte Hülle, welche, »unter der Form einer Tunica adventitia oder externa», mit ebenen Rändern, aber dann von den Capillaren an, welche eine Breite von 0.01—0.02 Mm. haben, undulirt ist, und nach aussen von der Tunica adventitia (tunique de tissu lamineux) der letzteren liegt. Ein Raum von 0.01—0.03 Mm. zwischen der eigentlichen Gefässwand und jener Hülle ist entweder mit einer farblosen Flüssigkeit erfüllt, in welcher Moleküle suspendirt sind oder mit kugligen Körperchen vom Ansehen der Lymphkörperchen. Diese sind bald spärlich, bald so zahlreich und dicht zusammengedrückt, dass sie die längsovalen Kerne der Gefässwand verdecken. Sie sind innerhalb der Scheide beweglich. Die Scheide sammt den Körperchen erinnert an die die Arterien der Reptilien einschliessenden Lymphgefässe. In demselben Raum finden sich bei jeder Person, welcher das 40—45 Jahr passirt hat, Fettbläschen und ebenso bald isolirte, bald gehäufte Körner von amorphem Blutfarbstoff. Diese eigenthümliche Hülle begleitet die Capillaren in allen ihren Theilungen von den feinsten an bis zu den mit blossem Auge sichtbaren. Wie sie aber an den grossen Gefässen aufhört, blieb unentschieden, ebenso auch wie gross die Gefässe sind, wo sie verschwindet.

---

[1]) Bericht über die Fortschritte der Anatomie im Jahre 1857. Herausg. 1858. [2]) Journal de la Physiologie. T. II. Paris 1859.

Reichert [1]) erkennt sowohl auf Grund der Entwickelungsgeschichte als der Structurverhältnisse keine Sonderung zwischen Arachnoidea und Pia mater, weder am Gehirn noch am Rückenmark, sondern betrachtet beide als ein untrennbares, einheitliches Ganze, eine Haut, deren äussere Grenzschicht (die Arachnoidea) durch ein bindegewebiges Stroma mit der inneren Grenzschicht (die Pia), vereinigt ist. Das bindegewebige Stroma dieser Hülle enthält am Gehirn Capillaren und Nervenfädchen und wird ausserdem von den das Blut zum Gehirn zu- und von demselben abführenden Gefässen durchsetzt. An breiteren Vertiefungen, namentlich auch an der Basis der dritten Hirnkammer ist die äussere Hülle des Gehirns, die Tiefe gleichsam ausfüllend etwas dicker als an anderen Stellen. Man darf hier aber die Dicke nicht nach der Entfernung ihrer äusseren Grenzschicht von dem Boden der dritten Hirnkammer an den herausgenommen Gehirnen bemessen. Unter normalen Verhältnissen fügt sie sich einigermassen den Formverhältnissen an der Basis des Gehirns in jener Gegend. Die grössere Dicke entsteht dadurch, dass zahlreiche Gefässe und der Nervus oculomotorius das lockere bindegewebige Stroma durchziehen. Die beiden Grenzschichten werden durch zahlreiche Bindegewebsstränge, oft in der bekannten netzförmigen Configuration in innigster, continuirlicher Verbindung erhalten. »Wahrscheinlich kommen in diesem bindegewebigen Stroma auch kleine von Blut-Transsudat erfüllte Räume (Sinus subarachnoidales Bruns) vor, wie es in dem Pons Varolii, an der Medulla oblongata und am Rückenmark der Fall ist (Magendie). Jedenfalls ist aber die lockere Beschaffenheit des Stroma zwischen den Grenzschichten auch durch die zahlreichen darin eingelagerten Gefässe und an dem bezeichneten Orte der Basis des Gehirns durch den N. oculomotorius bedingt«.

Ein Canalis Bichati existirt nicht. Zu keiner Zeit, lässt sich bei vorsichtiger Präparation eine offene Communication der in dem bindegewebigen Stroma der Umgebung der Venen Galen's etwa vorhandenen Lücken, weder einerseits mit der dritten und seitlichen Hirnkammer, noch anderseits mit dem Hohlraum der Schädelkapsel und der Spinalröhre (Höhle des serösen Sacks) entdecken. Das Bichat'sche Loch muss aber auf natürlichem Wege durch Einriss der Arachnoidea entstehen, wenn man das Gehirn aus dem Schädel herausnimmt und, wie gewöhnlich, die Vena magna Galeni an der Einmündungsstelle in den Sinus perpendiculares des Tentorium abreisst. Geschieht dieses nicht, und nähert man sich jener Stelle, indem man die Hinterlappen des Grosshirns ohne Zerrung allmählig abträgt, so ist auch nicht die Spur einer Oeffnung vorhanden. Aus der Bildungsgeschichte lässt sich nichts zu Gunsten des angeblichen Canals anführen.

Reichert bestreitet aber auch jede andere Communication der Hirnhöhlen mit den Subarachnoidalräumen. »Es giebt«, sagt er, »noch zwei Stellen des Gehirns, an welchen die inneren Höhlen desselben scheinbar nicht geschlossen auftreten können. Die eine befindet sich an dem kolbenförmigen blinden Ende des von mir sogenannten Recessus lateralis ventriculi quarti. An herausgenommenen Gehirnen sieht man sehr häufig gleich hinter der Flocke, an den Wurzeln des N. glossopharyngeus und N. vagus, die Plexus choroidei der vierten Hirnkammer frei liegen; ja es scheint sogar, als ob die Wandung des Recessus lateralis mit einem sickelförmigen Rande aufhöre und den Plexus choroideus wie aus einem Hiatus falciformis hervortreten lasse. An behutsam herauspräparirten Gehirnen zeigt sich gleichwohl der Recessus lateralis durch eine feine Haut vollständig geschlossen. Der eine Theil seiner Wandung ist daselbst mit dem Flocculus verwachsen und sehr dünn, der andere dagegen wird verdickt durch das Neurilemma der Nervenwurzeln obiger Nerven, die gerade an dieser Stelle die äussere Hülle des Gehirns verlassen und zum Foramen jugulare hinziehen. Hieraus wird erklärlich, dass bei Herausnahme des Gehirns der zarte Theil der Wandung des Recessus lateralis so leicht einreisst und nunmehr die künstliche Bildung einer Oeffnung, begrenzt von dem dickern Abschnitte der Wandung, veranlasst«.

»Die zweite Stelle soll sich am hinteren Eingange zum vierten Hirnhöhle, in der Fissura transversa cerebelli befinden; es ist das von Luschka sogenannte Foramen Magendii. Eine 2—3''' weite, dreieckige Oeffnung zwischen den Plexus choroidei ventriculi quarti soll hier dem Fluidum in den Gehirnhöhlen und in dem Cavum subarachnoideum freie Communication gestatten. Hiernach würde an dieser Stelle, in der Gegend des Calamus scriptorius oder in der Fossa triangularis zwischen den Tæniæ mit Plexus choroidei, die vierte Hirnkammer bis auf das Arachnoidealblatt der äusseren Hülle durchbrochen und geöffnet sein müssen. Diese Beschreibung entspricht genau dem anatomischen Verhalten der Gehirne, die in herkömmlicher Weise aus dem Schädel herausgenommen werden. Beim Abtrennen der Medulla oblongata mit den Nervenwurzeln und Gefässen, so wie beim schliesslichen Herausheben des Gehirns wird nämlich das kleine Gehirn fast unvermeidlich von der Medulla oblongata abgezogen, und dieser Zug

[1]) Der Bau des menschlichen Gehirns. Zweite Abtheil. Leipzig 1861.

genügt gewöhnlich, um das Loch einzureisen, von dem hier die Rede ist. Denn der untere Wurm berührt in natürlicher Lage unmittelbar die Decke der vierten Hirnkammer in der Gegend der Fossa triangularis; die äusseren Hüllen beider Theile sind hier, in der sogenannten Fissura transversa cerebelli, zu einer dünnen Platte (Tela choroidea inferior) verwachsen, welche mit der gegen die Höhle gewendeten Fläche die hier gleichfalls äusserst dünne Decke der vierten Kammer überzieht und durch zahlreiche feine Gefässe mit ihr in innigster Verbindung steht. Wird nun das Cerebellum von der Medulla oblongata auch nur etwas unvorsichtig abgezogen, so ist das Abreissen der bezeichneten Platte mit dem Deckstück der vierten Hirnkammer jener Gegend eine ganz natürliche Folge. Zeigt sich daher die in Rede stehende Oeffnung an der Decke der vierten Hirnkammer, so findet man auch regelmässig das abgerissene Stück als Ueberzug des Wurms. Ist das Gehirn oder auch nur die hintere Abtheilung des Hirnstocks vorsichtig aus dem Schädel entfernt und wird dann unterhalb des Pons Varolii ein Querschnitt durch die vierte Hirnkammer gemacht, so sieht man die letztere in dem, der Fossa triangularis entsprechenden Abschnitte, was schon Bochdalek beobachtete, vollkommen verschlossen und darin die betreffenden Plexus choroidei liegen». Auch während der Entwickelung des Gehirns ist zu keiner Zeit an dieser Stelle eine Oeffnung vorhanden. Die Plexus choroidei sind Wucherungen des Ependyma ventriculorum, und communiciren mit der Pia mater nur durch Gefässe.

Die äussere Hülle (Arachnoidea, Pia mater und das ihr verbindende Stroma) des Gehirns dringt also nicht, weder mit ihrer Pia mater noch mit ihrem Arachnoidalblatt, in die Hohlräume dieses Organes ein.

Zum Fluidum encephalo-spinale sind drei verschiedene, völlig von einander abgesonderte Flüssigkeiten zu rechnen: a) die Flüssigkeit der Höhlen des Gehirns, wahrscheinlich von nur geringer Menge unter normalen Verhältnissen; b) das Fluidum in den Höhlen und Maschen (dass die Höhlenfläche dieser Räume von Platten-Epithelium ausgekleidet seien, wie Luschka angiebt, hat Reichert beim Menschen nicht sehen können) der äusseren Hülle, wohl an Quantität die umfangreichste; c) das seröse Fluidum der Spinalröhre oder des Cavum arachnoideum.

Dass eine mechanische Trennung der Pars parietalis oder des äusseren Sackes (der Arachnoidea) von der Dura mater unausführbar ist, stellt Reichert als ausgemachte Thatsache hin; erstere ist nur eine von Epithelium bekleidete Grenzschicht der letzteren.

v. Recklinghausen [1]) zog, bei seinen Forschungen nach der Beziehung der Lymphgefässe zum Bindegewebe, auch die Dura mater in den Bereich seiner Untersuchungen ein. An der äusseren Fläche dieser Hirnhaut beim Kaninchen fand er durch die Silberimprägnation Figuren, welche mit seinen Saftankanälchen an der Oberfläche der Sehnen vollständig übereinstimmten. An der Innenfläche derselben Haut erkannte er unmittelbar unter einem kleinzelligen Epithel auch ein Saftkanalsystem mit sehr unregelmässigen Figuren. Im innern der Dura zwischen den sehnigen Zügen war die Anordnung regelmässiger, mit grossentheils den Bindegewebsbündeln parallel verlaufenden Kanälchen. Die harte Hirnhaut des Hundes und des Menschen bot ihm in den mittleren Schichten ganz dieselben Verhältnisse wie die des Kaninchen; die innerste Schicht hatte eine regelmässige Anordnung der wenig engeren Dilatationen. Dagegen sah er auf der inneren Fläche, namentlich an der Dura des Hundes einen äusserst zierlichen Plexus von kleinen Venen, in deren relativ engen Maschen die Saftkanälchen ein ziemlich regelmässiges System bilden. »Beim Kaninchen und Meerschweinchen habe ich», sagt er, »trotz vieler Untersuchungen niemals etwas wahrgenommen, was an Lymphgefässe erinnern konnte. In den innern Schichten der Dura des Menschen, auch des Hundes, sah ich Gefässe, deren lymphatische Natur ich für wahrscheinlich halten muss».

Die Auffassung Virchows von dem Verhalten der Arachnoidea geht aus seiner Beschreibung des Hydrocephalus [2]) hervor. »Ein geschlossener Sack der Arachnoides cerebralis, wie man ihn gewöhnlich annimmt, indem man ein parietales und ein viscerales Blatt voraussetzt, existirt überhaupt nicht. Arachnoides oder Pia mater ist die Haut, welche auf dem Gehirn, Dura mater diejenige, welche auf dem Knochen liegt. Dazwischen ist zwar ein Raum, aber dieser ist nicht von einer Haut ausgekleidet, welche einen Sack bildete». »Der Raum verhält sich eben nicht wie ein seröser Sack und Transsudationen in ihn geschehen in der Regel nicht». Er erwähnt dann den freien Hydrocephalus externus »wo die Flüssigkeit zwischen Dura und Pia in dem sogenannten Sack der Arachnoides sich befindet». »Anders verhält sich die Sache am Rückenmark. Hier existirt überhaupt kein offener Sack, sondern die Arachnoides bildet ein lockeres, maschiges Gewebe, welches sich unmittelbar an die Dura mater und das Rückenmark anlegt. Es ist daher überhaupt keine einfache Höhle vorhanden, sondern es giebt nur die grossmaschigen Räume der Arachnoides zwischen Dura und Rückenmark. Das was wir am Gehirn Oedem der Pia mater (Arachnoides)

---

[1]) Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe 1862. [2]) Die krankhaften Geschwülste. I Bd. Berlin 1863.

nennen, ist genau dasselbe, was wir am Rückenmark als Hydrorrhachis externa bezeichnen, aber es stellt sich am Rückenmark allerdings so dar, dass die Flüssigkeit in dem maschigen Gewebe gleichsam frei enthalten ist und bis unmittelbar an die Dura mater reicht. In sofern liegen die Verhältnisse also wesentlich verschieden, je nachdem wir das Gehirn oder das Rückenmark ins Auge fassen». Als er dann von mehr localen Ansammlungen von Flüssigkeit in dem Arachnoidalsacke spricht, äussert er noch »bei dem Rückenmark liesse sich das allenfalls begreifen, weil hier die Flüssigkeit in dem maschigen Gewebe der Arachnoides liegt».

F. E. Schulze [1]) hat die Fasern unter der Pia des Kleinhirns, welche er »Randfasern» nennt, ausführlicher beschrieben. Die von Bergmann geschilderte helle Randschicht fand er bei Säugethieren, Vögeln und Amphibien, alten wie jungen Thieren; ebenso gelang es ihm bei den genannten Thieren eine von der Pia mater getrennte Membrana limitans externa und ihren Zusammenhang mit den besprochenen Fasern zu constatiren. Beim erwachsenen Menschen, sind diese Fasern, welche er durch verschiedene Methoden isoliren konnte, blass, zuweilen etwas rauh, ja selbst leicht zackig, doch im Allgemeinen gerade. Eigentliche Seitenäste hat er nicht beobachtet. Er hat sie häufig bis zur Hälfte der grauen Schicht in die Tiefe verfolgen können. Gegen das äussere Ende verbreiten sie sich meist trompetenartig, oder theilen sich in mehrere feine Aestchen, ähnlich den Müllerschen Radialfasern der Retina. Der nach innen zu gerichtete Theil wird allmählig immer feiner. Die Membrana limitans, die er am besten bei der Katze und beim Frosch studiren konnte, wird nur aus der Verbreiterung der Randfasern zusammengesetzt, ist also nicht eine selbständige Membran, an der sich die Fasern nur fortsetzen. Die helle Flüssigkeitsschicht zwischen der äusseren Grenze der grauen Grundsubstanz und der Limitans hielt er anfänglich durch die Art der Präparation bedingt, indessen schien ihm ihr gleichmässiges und constantes Vorkommen doch für das Vorhandensein im Leben zu sprechen. Der ganze Apparat, die Limitans mit den Randfasern, habe nur die Bedeutung eines bindegewebigen Gerüstes.

Hyrtl [2]) schliesst sich der Ansicht an, dass die Arachnoidea sich nicht auf die innere Fläche der harten Hirnhaut umschlägt; es lässt sich, nach ihm, »durch das Scalpell nachweisen, dass jene scheidenartigen Fortsätze derselben, welche die Gehirnnerven begleiten, an den betreffenden Austrittslöchern dieser Nerven blind endigen». Mit der Auskleidung der Gehirnkammern hat die Arachnoidea keinen nachweisbaren Zusammenhang; es giebt nicht einen Canalis Bichati. Die weite Arachnoidea spinalis »erzeugt für jeden Rückenmarksnerv eine anfangs weite, dann sich verschmächtigende, und im betreffenden Foramen intervertebrale als spitzer Blindsack endigende Scheide». Die dem Cavum subarachnoideale zugekehrte Oberfläche der Arachnoidea besitzt kein Epithel. Die Pia mater spinalis bildet zu beiden Seiten des Rückenmarks eine niedrige, longitudinale Falte, welche die Basen der dreieckigen Zacken des Ligamentum denticulatum aufnimmt. Die vierte Hirnkammer »wird nach hinten und unten nicht durch Markwand, sondern durch die Auskleidungshaut der vierten Kammer geschlossen, welche sich von der Medulla oblongata nach rechts und nach links zu den Kleinhirn-Hemisphären hinüberschlägt. In dieser häutigen Verschlusswand soll nach Magendie eine Oeffnung existiren (Hiatus Magendii, Luschka), durch welche der vierte Ventrikel mit dem über ihm befindlichen Subarachnoidealraum verkehrt».

Unabhängig von F. E. Schulze beschrieb Deiters [3]) die Fäserchen in der Rindenschicht des kleinen Gehirns. Sie sind nach ihm drehrund, ausserordentlich fein, erzeugen schon an frischen Präparaten eine sehr feine radiäre Streifung an der Rinde. Sie sitzen mit einer kurzen, eckigen Anschwellung auf der Pia mater fest, in die sie sich verlieren, scheinen hier auch oftmals mit den Bindesubstanzelementen in Verbindung zu stehen; auch ihm war die Aehnlichkeit dieser Fäserchen mit den Müllerschen Fasern der Retina auffallend. Sonst scheint er auch an anderen Stellen einen histologischen Zusammenhang der Pia mater mit der Intercellularsubstanz der Centralorgane anzunehmen. »Zunächst ist wohl zuzugeben, dass an der Stelle, wo die Pia mater direct in die Centralmassen hineinreicht, dieselbe anfangs noch fibrilläre Anordnungen erkennen lässt, welche nicht auf die Zellenausläufer zu beziehen sind» u. s. w. »Es ist ja auch a priori zu erwarten, dass der Uebergang der gewöhnlichen Bindesubstanz der Pia mater in die schwammige des eigentlichen Centralgewebes nicht ganz plötzlich sich machen werde. In den meisten Fällen aber sind die faserigen Bildungen ganz sicher nichts weiter wie ausserordentlich lang sich hinziehende, sich mannigfach verflechtende Züge von Zellenausläufern».

---

[1]) Ueber den feineren Bau der Rinde des kleinen Gehirnes. Rostock 1863. [2]) Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Achte Auflage. Wien 1863. [3]) Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark des Menschen und der Säugethiere. Braunschweig 1865.

Die Untersuchungen von His[1]) waren darauf gerichtet, die Lymphräume der nervösen Centralorgane zu finden. An Schnitten vom Rückenmark und Gehirn sah er die Blutgefässe in ihrem ganzen Verlauf von canalartigen Räumen umgeben, mit deren ebenen, scharf abgegrenzten Wänden die Gefässadventitia in durchaus keiner Verbindung steht. Ein Epithel mit Hülfe der Silberbehandlung in ihnen nachzuweisen, ist nach His allerdings schwierig. Indess hat er »die characteristische Epithelzeichnung an verschiedenen Rückenmarkspräparaten mit voller Sicherheit constatiren können, wenn auch bis jetzt nur in grösseren Canälen, in welchen die einzelnen Platten schmale Spindelform besitzen». Durch Einstichinjection gelang es ihm diese Räume (die perivasculären Räume His) zu füllen. Von ihnen breitete sich die Flüssigkeit in einem grossen breiten Raum zwischen der Gehirnoberfläche und der Pia mater cerebralis (dem epicerebralen Raum His), sowie zwischen der Oberfläche des Rückenmarks und seiner Pia mater aus. Am Gehirn füllen sich aber von hier aus die Lymphcanäle der Pia, welche als weite Mantelröhre mit stellenweise buchtigen Ausweitungen ihre Blutgefässe einhüllen. Diese Lymphgefässe der Pia stehen indessen in keiner Verbindung mit den subarachnoidalen Räumen; nur durch Bersten beim stärkeren Injectionsdruck geschieht ein Erguss in diese Räume. Mit den Räumen, welche den Liquor cerebrospinalis enthalten, communicirt also dies System von Räumen nicht. An senkrechten Schnitten solcher injicirten Gehirne sieht man also nach His die Pia, als dünne Gewebsschicht sich markirend, völlig von der Gehirnoberfläche getrennt und nur durch feine Fäden, die Blutgefässe, mit dieser verbunden. »In dem unter ihr befindlichen epicerebralen Raume münden die Canäle ein, welche die Blutgefässe der Hirnsubstanz bis zur Oberfläche begleiten, zum Theil ist selbst ihre Ausmündung schwach trichterförmig erweitert. Die dünne Schicht der Pia aber spaltet sich an vielen Stellen und zeigt grosse glattwandig begrenzte Lücken, in welchen die Blutgefässe liegen, so indess, dass jene von diesen, selbst im injicirten Zustand, nur zum kleinen Theil ausgefüllt werden. Diese Lücken sind die früher geschilderten Lymphcanäle der Pia, ihre Communication mit den epicerebralen Lacunenräumen findet an den Stellen statt, wo Blutgefässstämmchen aus ihnen austreten, um zum Gehirn zu gehen. Nach aussen hängt die Pia durch zahlreiche Bindegewebsbälkchen mit der Arachnoidea zusammen, welch letztere wieder als verdichtete Lage sich darstellt. Zwischen den subarachnoidealen Räumen und den Lymphcanälen der Pia findet aber kein Zusammenhang statt». Für das Gehirn glaubt His also festhalten zu dürfen, dass die perivasculären Räume Lymphräume sind. Der epicerebrale Raum schien ihm dem tief liegenden Lymphnetz Arnolds zu entsprechen. Am Rückenmark verhält sich aber die Sache etwas anders. Die Injectionsmasse dringt hier niemals in die Pia selbst ein, sondern bleibt stets zwischen dieser und dem Mark. Selbst das Mikroskop zeigt keine mantelförmigen Räume um die Gefässe der Pia medullaris. Direct abführende Lymphgefässe scheinen also hier zu fehlen. Die Flüssigkeit mag deswegen indirect theils unter der derben Pia, theils in den weiten Räumen um die Centralgefässe zum Gehirn aufsteigen oder beim höheren Druck durch die geschlossene Pia hindurchfiltriren. Am Rückenmark findet sich, beiderseits vom Septum, in der vorderen und hinteren Längsspalte, auch ein Raum, der mit den übrigen in Verbindung steht. An Rückenmarkschnitten erscheinen auch die grösseren Ganglienzellen von einem ringförmigen Hofe umgeben; an gut injicirten Markschnitten lässt sich kein unmittelbarer Zusammenhang dieser pericellulären Räume mit dem System der perivasculären Canäle beobachten.

Auch in der Retina seien nach His perivasculäre Canäle vorhanden.

In Quains Anatomy[2]) wird die Arachnoidea nach der Auffassung Bichat's dargestellt. Das viscerale Blatt der Arachnoidea taucht in der Fissura longitudinalis cerebri nicht bis zum Boden, sondern geht unmittelbar unter dem Rand des Falx quer über. Wenn die cerebralen und spinalen Nerven zu ihren Austrittsöffnungen innerhalb der Dura mater treten, werden sie lose von tubulären Scheiden der Arachnoidea umgeben, welche längs jedes Nerven vom visceralen zum parietalen Blatt sich erstrecken. Die Pia mater geht dagegen an den Nervenwurzeln, sowohl am Rückenmark als am Gehirn, in das Neurilemma über. Am unteren Ende des vierten Ventrikels findet sich, wie es Magendie erwies, eine Oeffnung in der Membran, durch welche die Höhle mit dem Subarachnoidalraum communicirt.

Frommann[3]) gab eine ausführlichere Darstellung von dem Verhalten der Arachnoidea und der Pia mater zum Rückenmark. Er beschreibt die entlang der hinteren Mittellinie des Rückenmarks ziehende Verbindung zwischen Arachnoidea und Pia als dadurch gebildet, dass entweder von der inneren Oberfläche der ersteren über den Hintersträngen ein mehr oder weniger dichtes Geflecht von sich kreuzenden Fasern und Faserzügen auf die gegenüberliegende Pia übergeht und auf ihr als ein lockeres maschiges Gewebe sich ausbreitet, oder es schickt die Arachnoidea ein membranartiges Septum zur Pia, das genau in der Mittellinie und der hinteren Längsfurche entsprechend auf

[1]) Zeitschr. f. wissensch. Zool. 15 Bd. 1865. [2]) Quains Anatomy. Seventh Edition. Edited by Sharpey, Thomson and Cleland. P. II. London 1866. [3]) Untersuchungen über die normale und pathologische Anatomie des Rückenmarks. Jena 1864.

sie übergeht. Spannt man diese Scheidewand ein, so bemerkt man deutlich, dass sie da, wo sie auf die Pia übergreift, sich in zwei Lamellen spaltet, welche die äussere, longitudinale Schicht der Pia über den Hintersträngen bekleiden, sich von ihr abheben lassen und auch mit den hinteren Wurzeln in innigem Zusammenhange stehen. Häufig bemerkt man Uebergänge zwischen den beiden Verbindungsformen, indem eine an einer Stelle membranöse Scheidewand an einer anderen zu durchbrochenen, gefensterten Platten und weiter zu mehr Maschenräume enthaltendem lockeren Gewebe übergeht.

An den Vorder- und Seitensträngen finden sich Faserzüge, welche der longitudinalen Schicht der Pia locker aufliegen. Die Arachnoidea erscheint bei mikroskopischer Untersuchung als aus einem Netzwerk von sich nach den verschiedensten Richtungen hin durchkreuzenden Bindegewebsbündeln und Fasern. Ziemlich häufig fand Frommann die Hauptmasse ihres Gewebes aus elastischen Balken, Platten und Fasern zusammengesetzt, zwischen denen noch ein feines, streifiges Bindegewebe zu Tage tritt. Die zwischen den Fasern eingestreuten Bindegewebskörper bestehen aus spindel- und sternförmigen Elementen, neben denen noch einzelne rundliche oder ovale Zellen vorkommen. Die lockere der Pia aufliegende Schicht zeigt dieselbe Zusammensetzung. Die Pia mater besteht aus zwei deutlich getrennten Schichten, eine äussere aus längsgehenden, eine innere aus quergehenden Fasern. Die Fasern der äusseren longitudinalen Schicht erscheinen meist zu einer Reihe dicht nebeneinander gelagerter, hie und da schmale Interstitien zwischen sich lassender Bündel angeordnet und zeichnen sich, wenn sie, wie oft, vorwiegend aus elastischem Gewebe bestehen, durch ihren sehnigen Glanz aus. Sie laufen parallel mit rein longitudinaler Richtung, seltener etwas schräg. Am Schwachsten ist diese Schicht im Bereich der Vorderstränge entwickelt, am gleichmässigsten an den Seitensträngen. Bei mikroskopischer Untersuchung findet man sie aus fibrillärem Bindegewebe bestehend, dessen Fasern geschwungen und wellenförmig verlaufen und sich vielfach durchkreuzen. In der äussersten und innersten Lage dieser Schicht finden sich häufig elastische Fasern von wechselnder Stärke. Die innere Schicht, welche einen überall sehr knapp anliegenden Ueberzug bildet, besteht aus quer, d. h. rings um das Rückenmark, verlaufenden, feineren oder gröberen, schmale Interstitien zwischen sich lassenden, durch ihren starken Glanz sich auszeichnenden Fascikeln, welche aus elastischem Gewebe und zwar meist aus breiten, mächtigen Balken und Platten bestehen, die auf Querschnitten wie ein glänzender Reif oder ein Band das Rückenmark umschliessen; die Mehrzahl derselben hält eine rein quere Richtung ein; viele haben doch etwas schrägeren Verlauf, kreuzen sich unter sehr spitzen Winkeln und bilden dadurch ein Netzwerk mit engen Maschen, in denen häufig ein fibrilläres Bindegewebe zu Tage tritt. Nicht selten kommt es indessen vor, dass die Continuität dieser Gürtelschicht dadurch unterbrochen wird, dass einzelne ihrer Faserzüge sich von den übrigen abheben und Bündel der longitudinalen Schicht durchtreten lassen, oder es wechseln Lagen mit longitudinaler und querer Richtung. Die einzelnen Stämmchen der Nervenwurzeln werden durch die queren Fasern bei ihrem Austritt aus dem Mark von einander getrennt, eng von ihnen umschlossen und von ihnen, wie von den Längsfasern, mit einer Bindegewebshülle und zwischen die einzelnen Nervenfasern einstrahlenden Fortsätzen versehen.

Ferner beschreibt Frommann in eingehender Weise die Fortsetzung der Pia mater in die Fissuren des Rückenmarks. Die vielfach bestrittene Frage, ob eine hintere Fissur und ein Piafortsatz in derselben sich findet oder nicht, erledigt er dahin, dass eine solche Fissur wirklich vorhanden ist, aber nicht durch die ganze Länge des Rückenmarks und nicht bis zur Commissur reichend; sie besteht überall, wo hier membranöse Septa aus der Pia eindringen, also seltener und nur auf geringe Tiefen im Rückentheil, häufiger, aber durchaus nicht constant, im Lenden- und Halstheil; das zarte Septum reisst indessen leicht bei der Präparation ein. Die Piafortsätze beider Fissuren werden von der inneren Schicht der Pia gebildet, indem diese sich in zwei Lamellen einsenkt; sie bestehen aus elastischen Fasern, Balken und Platten, die in der Regel ungleich vertheilt sind, bald zu stärkeren Bündeln zusammengedrängt, bald spärlicher, mit weiteren Interstitien auftreten. Letztere sind durch feinere elastische Fasern oder fibrilläres Bindegewebe ausgefüllt. In der Nähe der Commissur geht nicht selten das elastische Gewebe in ein rein fibrilläres über und tritt als solches in Begleitung der Gefässe in die Commissur ein. Die Fasern der Piafortsätze sind meist quer von Aussen nach Innen gerichtet, laufen theils parallel, theils kreuzen sie sich spitzwinklig. Das vordere Septum ist indessen viel stärker als das hintere. Abgesehen von den Fissurenfortsätzen schickt die Pia entlang der ganzen Oberfläche des Rückenmarks eine grosse Anzahl Fortsätze in die weisse Substanz, die mit ihren Verzweigungen ein gröberes Gerüst bilden; sie stehen bald ungeordnet, bald in regelmässige Längsreihen gestellt oder mit einander zu membranartigen Lagen verschmolzen. »Wo sie vorkommen, sind sie nichts als Träger für Blutgefässe und erscheinen nur da in besonderen, continuirlichen Lagen, wo die Gefässe stärker und dichter gestellt sind». »An dem

Fasernetz, das die einzelnen Nervenfasern umspinnt, und die eigentliche Bindesubstanz der weissen wie der grauen Substanz ausmacht, betheiligen sich die Piafasern in keiner Weise».

Später [1]) hat aber FROMMANN, auf Grund erneuter Untersuchungen und besonders pathologischer Beobachtungen, diese zuletzt angeführte Ansicht aufgegeben und geändert. »Bei Wiederaufnahme der darauf gerichteten Untersuchungen», sagt er, »habe ich mich von dem Bestehen von Verbindungen zwischen Pia und Rindenschicht auf das bestimmteste überzeugt». Von den an die Pia angrenzenden Fasern der Rindenschicht, welche den Piafasern parallel verlaufen, gehen in wechselnden Abständen zarte Fäserchen ab, die in dieselbe übertretend, in ihr bald verschwinden, aber bei ihrer Kürze leicht übersehen werden. An anderen Stellen tritt dagegen die erwähnte Faserrichtung in den äusseren Lagen der Rindenschicht nicht hervor, man sieht dann deutlicher und in grösserer Zahl die Fäserchen der Rindenschicht in die Pia übertreten und kann sie in derselben, wenn ihre Grenzschicht aus zarten, hautartigen Bildungen besteht, noch weiter verfolgen. Mitunter sieht man auch die Pia mit einzelnen, zackigen Fortsätzen in das Gewebe der Rindenschicht eingreifen und beide sind bei einer nicht seltenen Umwandlung der letzteren stellenweise continuirlich mit einander verwachsen. Ein gleiches Verhalten wie an der Oberfläche des Rückenmarks zeigen Pia und Rindenschicht auch innerhalb der Gefässspalten.

Betreffs der von HIS nach Einstichsinjectionen beschriebenen Lymphräumen des Rückenmarks schien FROMMANN auf Grund seiner Untersuchungen keine andere Deutung zulässlich, als dass die eingespritzte Masse längs der Gefässe einen geringeren Wiederstand gefunden als zwischen den innig verkitteten Nervenfasern und unter Lösung der Verbindungen zwischen Pia und Rindenschichtfortsätzen entlang der grösseren Gefässe und Capillaren vorgedrungen sei. So bei den Capillaren und Gefässfortsätzen. So auch an der Oberfläche des Rückenmarks; am letzteren Ort wie entlang der vorderen und hinteren Fissur war das Verhalten der Injectionsmasse indessen ein wechselndes; selten war die Abtrennung eine über grössere Strecken gleichmässige. In die Rückenmarksubstanz drang mitunter die Masse zwischen die Nervenfaserbündel hinein, bildete sogar um diese bald nur einzelne, verästelt auslaufende Figuren, oder diese verbanden sich zu einem Maschennetz, welches Gruppen von Fasern umfasste. Mitunter wurden indessen auch die einzelnen Nervenfasern von der Masse getrennt und umschlossen, wobei die Knotenpunkte beim Zusammenfliessen der Aeste sehr derb waren. Betreffs der von HIS angegebenen charachteristischen Epithelzeichnung an den perivasculären Canälen nach Silberbehandlung gelang es FROMMANN dadurch nichts anderes als Fasernetze mit eingeschalteten Zellen nachzuweisen. Er glaubt indessen, dass andere Verhältnisse am Gehirn obwalten; hier dringt die Masse nämlich von den Gefässfortsätzen nicht nur zwischen Pia und Hirnoberfläche vor, sondern füllt auch die Lymphgefässe der Pia mater. FROMMANN sagt sich indessen die Verhältnisse am Gehirn nicht untersucht zu haben.

LUSCHKA giebt später [2]) ungefähr dieselbe Darstellung der Hirnhäute und der serösen Räume, wie er früher geliefert. Einige Punkte mögen doch hier hervorgehoben werden.

Ein Epithelium, demjenigen der äusseren Fläche ähnlich beschaffen, stellenweise aber auch bloss eine Molecularmasse mit regellos eingestreuten Kernen ist auch an der inneren Fläche der Arachnoidea da angebracht, wo diese in Folge einer nur durch wenige Zellstofffäden vermittelten Verwachsung mit ihrer Unterlage grösstentheils frei ist. Alle drei Hirnhäute, Dura, Pia und Arachnoidea, stellen den Anfang zur Bildung des Neurilemms der austretenden Nerven dar. »Es wäre daher ganz irrthümlich, wenn man annehmen möchte, die Arachnoidea schlage sich da, wo die Nervenwurzeln beginnen die Dura mater zu durchsetzen, in Totalität auf diese um». »Man kann sich durch Spaltung der Austrittstelle leicht davon überzeugen, dass nur die tiefere netzförmige Schichte des Gewebes der Arachnoidea in das Neurilemm übergeht, während die oberflächliche feinfaserige Lage sich auf der Innenfläche der Dura mater verliert und hier zur nächsten Trägerin des Epitheliums wird». Betreffs der Saugadern der Pia mater adoptirt LUSCHKA ganz die Darstellung von HIS. Zwischen der Pia und der Gehirnoberfläche liegt ein weites, dem lymphatischen Apparate angehöriges Lacunensystem, welches einerseits mit den Lymphgefässen innerhalb des Gewebes der Pia mater, andererseits mit den perivasculären Canälen der Hirnsubstanz communicirt. Die stellenweise mit buchtigen Erweiterungen versehenen Lymphcanäle folgen nicht bloss den Blutgefässen in ihren Verzweigungen, sondern hüllen diese als weite Mantelröhren förmlich ein und stehen mit den perivasculären Canälen in Continuität, welche die Blutgefässchen der Hirnsubstanz scheidenartig umgeben.

Betreffs der Oeffnungen des vierten Ventrikels hält LUSCHKA seine früheren Angaben aufrecht. Das Foramen Magendii ist eine rhomboidale 4—7 Mm. breite Oeffnung im unteren Gefässvorhang. Die seitlichen Oeffnungen

[1]) Untersuchungen über die normale und pathologische Anatomie des Rückenmarks. 2 Theil. Jena 1867. [2]) Die Anatomie des Menschen. 3 Bd. Tübingen 1867.

Ventrikels werden indessen nur im Vorbeigehen erwähnt. Durch die lateralen Winkel »kommen die seitlichen Stränge des Plexus chorioideus cerebelli zum Vorscheine, und werden durch die Spinnwebenhaut frei überbrückt, so dass hier ein weiter, mit dem Ventrikel in offener Verbindung stehender Sinus subarachnoidealis herworgebracht wird».

Kölliker [1]) hegt in seinen späteren Beschreibungen der Hirnhäute ungefähr dieselben Ansichten, die er früher dargestellt hat. In einigen Fragen äussert er sich indessen ausführlicher. Betreffs der Subarachnoidalräume an der Basis des Gehirns sagt er also: »Die grösseren derselben zwischen dem Cerebellum und der Medulla oblongata und unter dem Pons, den Hirnstielen, der Fossa Sylvii u. s. w., gehen, wenigstens die ersteren, wie Virchow und ich finden, unmittelbar in den Arachnoidealraum [2]) am Rückenmarke über, während die kleineren, entsprechend den Sulci, über die die Spinnwebenhaut brückenartig herübersetzt, zum Theil wohl unter einander, aber, wenigstens die meisten, nicht mit den erwähnten grösseren Räumen zusammenhängen, wie dies von Luschka behauptet wird.» Ferner bestreitet er die Existenz einer Communication zwischen den Ventrikeln des Gehirns und den Subarachnoidalräumen: »Die Oeffnung, durch welche Luschka, wie Magendie, den vierten Ventrikel mit dem Subarachnoidealraume zusammenhängen lässt, halte ich nicht für natürlich».

Betreffs der Lymphgefässe des Gehirns und Rückenmarks schliesst er sich in allen Beziehungen der Darstellung von His an; so mit Hinsicht auf den epicerebralen Raum und den entsprechenden am Rückenmark, die perivasculären Räume, die Lymphgefässe der Pia mater cerebralis u. s. w. Von der Wandung der perivasculären Räume hat er doch eine abweichende Ansicht, und, wie wir später sehen werden, also auch von den perivasculären Räumen selbst. Er fügt nämlich hinzu: »Ich kenne diese »perivasculären Räume» durch die Präparate von His und aus eigener Anschauung. Am Gehirn sind dieselben nach aussen begrenzt von einer schon seit Langem von mir (Mikr. Anat. II, 1. St. 500, 2. St. 513) an allen Arterien und den gröberen Capillaren der Hirnsubstanz beschriebenen structurlosen Haut, zwischen welcher und dem übrigen Gefässe sich auch die von mir aufgefundenen Blutergüsse der Aneurysmata spuria der kleinen Hirnarterien und auch farblose Zellen oft in Menge finden». »Mir scheint die Auffassung der perivasculären Räume als Lymphräume im Sinne von His vollkommen begründet zu sein».

Henle und Merkel [3]) haben Untersuchungen über das nähere Verhalten der Pia mater zur Oberfläche des Rückenmarks und Gehirns mitgetheilt. Die innerste Schichte der Pia spinalis, welche mit den äusseren aus Bündeln paralleler, wellenförmiger Fibrillen gewebten Lagen nur locker zusammenhängt und deshalb beim Abziehen der Pia mater häufig am Rückenmark haften bleibt, ist aus einem Filz von Fasern zusammengesetzt, welche vorwiegend quer, doch auch schräg und selbst vertical gerichtet sind, sich verästeln und kreuzen, ohne jedoch regelmässig zu anastomosiren. Die am Rande hervorragenden sind starr, weder wellenförmig noch geschwungen und könnten wegen dieser Eigenschaften und wegen der erwähnten Theilungen für elastische Fasern gehalten werden, wenn sie nicht durch ihre chemischen Eigenschaften und ihre Entwickelung ihre Verwandschaft mit dem Bindegewebe bekundeten; diese Fasern entstehen nämlich aus Zellen, die vorzugsweise nach zwei entgegengesetzten (tiefer unten nach mehreren) Richtungen auswachsen. Von dieser Schichte aus dringt eine Menge von Fasern in die Rinde des Rückenmarks hinein, seine feinkörnige Substanz in ihre Lücken aufnehmend; je tiefer in der Rinde, um so mehr isoliren sich die Fasern. Wenn aber nun das Bindegewebe der Pia mater innerhalb der Rindenschichte sich verliert, so werden die Fasern spärlicher, aber nicht kürzer, ihre Anastomosen nicht häufiger; nichts deutet darauf hin, dass es in ein eng netzförmiges Bindegewebe übergehe. Die Neigung zur Bindegewebsinvasion scheint sonst je nach den Gattungen verschieden: sie ist am auffallendsten bei den Wiederkäuern und der Katze, gering beim Menschen. Am Kleinhirn dringen von der Oberfläche Blutgefässe und zwischen denselben in ebenfalls ziemlich gleichen Abständen (von 0.003—0.01 Mm.) zahlreiche feine, steife (erst von Bergmann beschriebene) Fäden ein, die ihren Ursprung von einer Art Basal- oder Grenzmembran nehmen, welche die Decke der Randwülste bildet, die lockigen Bindegewebsbündel der Pia mater trägt und die Gehirnsubstanz gegen dieselben abschliesst. In dieser Grenzmembran erkennt man äusserst feine, vielfältig gekreuzte Fasern. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Bergmann'schen, kegelförmig zugespitzten Fäden, welche die Pia in die Rinde des Kleinhirns sendet, aus der Vereinigung jener feinen Fasern entstehen. Das Verhalten der Membran gegen Essigsäure lehrt, dass die Fasern, aus welchen sie sich zusammensetzt, zum Bindegewebe gehören. In die Zwischenräume der Lappen und in die breiteren Furchen senken sich Bindegewebsbündel hinein. Die Scheidewand zwischen den einander zugekehrten Flächen der dicht aneinander liegenden Randwülste bildet aber

[1]) Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 5:te Aufl. Leipzig 1867. [2]) Soll wahrscheinlich Subarachnoidealraum sein.
[3]) Zeitschr. f. ration. Med. 3:tte Reihe. Bd XXXIV. 1868.

die Grenzmembran für sich allein. Von der Kante gesehen sieht ein Querschnitt derselben zwar wie ein lockiges Faserbündel aus, welches an beiden Seiten wie mit starren Franzen besetzt ist. Von der Fläche betrachtet ist sie aber ein durchsichtiges, straffes, hier und da kernhaltiges und, wie gesagt, aus verfilzten Fasern gewebtes Häutchen, aus welchem, wie Nägel aus einem Brett, die spitzen Fortsätze auf- und abwärts ragen. In beiden Lagen erkennt man die Blutgefässe, welche innerhalb der Membran verlaufen und sie in zwei Lamellen spalten. Die Membran begleitet mit ihren stiftförmigen Fortsätzen die stärkeren Gefässe in die Rinde des Kleinhirns, und die aus der Substanz desselben hervorgezogenen Gefässe sind ringsum wie mit Stacheln besetzt. Der von Bergmann und Schulze erwähnte helle Saum zwischen der Grenzmembran und der Oberfläche des Kleinhirns ist nach Henle und Merkel ein Lymphraum, in welchem sie auch Lymphkörperchen fanden. In ihn münden direct die perivasculären Räume, welche die in die Gehirnsubstanz eindringenden Blutgefässe umgeben. Die Fäden, welche im Innern des Kleinhirns die perivasculären Räume und an dessen Oberfläche den gemeinsamen Lymphraum durchziehen, mögen dazu dienen, die Grenzmembran je nach der Füllung des Lymphraums niederzuhalten und eine Ueberfüllung desselben zu verhüten. Henle und Merkel versuchten bei Kaninchen einen Contrast in der Weite des Lymphraums zu erzielen; das eine wurde durch Verblutung, dass andere, nachdem es eine Viertelstunde an den Hinterbeinen aufgehängt war, durch Strangulation getödtet. Das Resultat entsprach der Erwartung; der helle, von den Fäden durchzogene Saum war bei dem letzteren überall ungleich breiter, als bei dem ersteren, wo mitunter die Grenzmembran unmittelbar über der moleculären Substanz lag. In der Retina findet sich auch nach Henle und Merkel ein entsprechender, Lymphkörperchen bisweilen enthaltender Lymphraum nächst bei der Limitans hyaloidea (L. interna), welcher Raum nach ihnen in ähnlicher Weise von den Enden der Stützfasern durchzogen ist.

Das Grosshirn steht, was die Structur seiner Pia mater betrifft, dem Rückenmark näher, als dem Kleinhirn. In den schmalsten Spalten zwischen den Randwülsten giebt es zwar nur eine einfache, der Grenzmembran des Kleinhirns ähnliche Haut, aber nirgends gehen von ihr Fäden ab, die den stiftförmigen Fortsätzen der Grenzmembran des Kleinhirns vergleichbar wären, und an den freien Oberflächen der Randwülste sind die verfilzten Fäden und multipolaren Bindegewebszellen in einer ebenso unregelmässigen, nur minder mächtigen Lage, wie an der Oberfläche des Rückenmarks verbreitet. Die in der moleculären Rindenschicht des Grosshirns verlaufenden feinen Nervenfasern sammeln sich indessen zu einem dichten Netz unterhalb der Pia mater, »wo also Bindegewebs- und Nervenfasern unmittelbar in einander greifen».

Mit Rücksicht auf die Existenz des Foramen Magendii sagt Clason sich an die Ansicht von Luschka und Stilling anschliessen zu müssen [1]).

Leber [2]) beschreibt am Opticus zwei Scheiden. Die äussere ist derb und fest und besteht aus »einem der Sclera ganz ähnlichen Gewebe, aus Lagen dicht verflochtener und in den verschiedensten Richtungen sich durchkreuzender, meist ziemlich schmaler, etwas platter Bindegewebsbündel von stark welligem Verlauf; zwischen denselben befinden sich reichliche Netze ziemlich feiner elastischer Fasern. Kerne oder Zellen kommen nur in geringer Menge vor». Gefässe sind in ziemlicher Anzahl vorhanden, sowie die von Sappey gefundenen Nervenplexus, die meistens die Gefässe begleiten. Die innere Sehnervenscheide hängt mit der äusseren durch ein lockeres Netz von Bindegewebsbalken zusammen. Diese Balken sind die Träger der zur inneren Scheide und zum Sehnerven gehenden Blutgefässe. »Das von ihnen gebildete Netzwerk geht über in das Gewebe der inneren Scheide, indem durch zunehmende Theilung die Balken dünner und die Netze immer reichlicher und dichter werden; die innere Scheide besteht aus einem flach ausgebreiteten, sehr dichten Maschennetz von dünnen Bindegewebsbündeln». Ein Theil dieser Balken besitzt umspinnende elastische Fasern. »Die meisten aber sind, wie man leicht an in Müller'scher Flüssigkeit gehärteten Präparaten constatirt, überzogen von dünnen, homogen und glashell aussehenden Scheiden, welche ziemlich grosse, ovale, fein granulirte Kerne einschliessen. Diese Scheiden lassen sich beim Zerzupfen leicht im Zusammenhange isoliren, so dass man Präparate erhält, wo die Scheide eine Strecke weit von den Balken abgelöst ist, weiterhin aber in der gewöhnlichen Weise denselben überzieht. Es macht zuweilen den Eindruck, als ob dieselben nicht an allen Stellen gleichmässig die Balken umgeben, sondern stellenweise unvollständig wären, wodurch gewissermassen Uebergänge zu den umspinnenden elastischen Fasern gebildet würden. Die Vermuthung liegt nahe, es möchte sich bei diesen Scheiden um verschmolzene Zellen handeln, deren Kerne deutlich wahrzunehmen sind». Es gelang aber Leber nicht »durch Behandlung mit Silbersalpeter Zellenconturen an den betreffenden Membranen oder an der Ober-

[1]) Upsala Läkareförenings förhandlingar. III Bd. Upsala 1868. [2]) Archiv f. Ophthalmologie. Bd. 14. Abtheil II. 1868.

fläche der Balken nachzuweisen». Die Scheiden folgen den Balken in ihren Verästelungen; LEBER konnte aber nicht entscheiden. ob sie auf die zarten Balkennetze der inneren Scheide übergehen. »Dies scheint», sagt er, »übrigens nicht der Fall zu sein, es treten nämlich in den Lücken der netzförmig verbundenen feineren Bälkchen eine grosse Anzahl meist länglicher Zellen auf», mit ovalen Kernen und zartem, körnigem Protoplasma, »welche entweder den Bindegewebsbündeln anliegen oder mehr frei in den Maschen des Gewebs liegen». Ob die »erwähnten Scheiden der Bindegewebsbalken etwas mit dem Lymphgefässsystem zu thun haben, so dass etwa die Zwischenräume derselben als Lymphräume zu betrachten wären», war LEBER nicht im Stande anzugeben.

WIENSKY [1]) fand durch Silberbehandlung ein sog. falsches Epithel an der äusseren Fläche der Dura mater, wo sie locker an dem Knochen anliegt.

An den Gefässen der Hirnsubstanz beschrieb ROTH [2]) eine Art an ihrer Aussenseite ihnen angehefteter feinster Fäserchen. Sie sind an Gefässen, die aus der Substanz eines mit schwacher Chromkali-Lösung behandelten Kalbhirns ausgezogen wurden, über die ganze Oberfläche der Gefässe zerstreut und entspringen mit trichterförmiger Verdickung von der Gefässwand, sind äusserst blass, feinkörnig, verlaufen leicht eingeknickt und können bis 0.03 Mm. und darüber messen. Meist bleiben sie einzeln und einfach, zuweilen theilen sie sich nach aussen, selten vereinigen sich mehrere derselben zu einer feingranulirten kernhaltigen Sternzelle, deren Längsaxe senkrecht zum Gefäss steht. Diese Fäserchen durchziehen die perivasculären Räume von HIS. An Querschnitten mittelgrosser Arterien in derartigen mit Osmium (Ueberosmiumsäure von 0.2—0.5 %) behandelten Objecten (Grosshirnrinde des erwachsenen Menschen) erscheint der sie umgebende Lymphraum durchzogen von 5—10 und noch mehr äusserst zarten radiären Fädchen, die, von verschiedenen Stellen der Peripherie entspringend, an die Wandung des Blutgefässes sich anheften. Sie sind geradlinig oder leicht eingeknickt, bleiben einfach oder gehen sparsame Verbindungen mit einander ein, oder theilen sich in der Nähe des Blutgefässes gablig. Beide Ansätze sind in der Regel leicht trichterförmig verbreitert. Die radiären Fasern des Lymphraums kommen in allen Schichten der Grosshirnrinde und an Querschnitten sämmtlicher Gefässarten vor, selbst an den feinsten Capillaren. Nie sah ROTH im menschlichen Gehirn die Radiärfasern innerhalb des Lymphraums mit Kernen oder Zellen in Verbindung. An der äusseren Grenze desselben verschwinden sie in dem feinen Netzwerke der Spongiosa spurlos. Sie gehen von der Aussenseite der Gefässadventitia aus. ROTH hält sie für ein Lymphreticulum, freilich der allerfeinsten Art, in welchem die Blutgefässe aufgehängt sind.

Die epicerebralen Lymphräume verhalten sich nach ROTH in derselben Weise. Auch diese sind, wie senkrechte Schnitte an Osmiumpräparaten zeigen, neben den durchtretenden Blutgefässen von zahlreichen verticalen Fasern von beispielsweise 0.006—0.008 Mm. Länge durchsetzt. Diese Fasern sind sehr fein, glatt, kernlos, gehen von der untersten, parallelfaserigen Piaschicht aus und treten in das oberflächliche Maschenwerk der Hirnrinde ein. Da wo Gefässe in das Gehirn eindringen, wurden diese Piafortsätze abgelöst durch ähnliche Fortsätze der Adventitia, die innerhalb des Lymphraums mehr oder weniger schräg, nach dem Eintritt des Gefässes ins Gehirn horizontal in die Spongiosa übergehen. Die Piafortsätze sind im Wesentlichen identisch mit den oben geschilderten Radiärfasern und gehen, den Gefässen folgend, continuirlich in jene über. Mit den von BERGMANN u. A. am Kleinhirn beschriebenen Piafortsätzen haben nach ROTH diese Bildungen zunächst nichts zu thun.

Das Kalbshirn, mit Osmium untersucht, liefert im Ganzen gleiche Resultate. Die Radiärfasern erscheinen durchweg derber und hier und da durch sternförmige, kernhaltige Zellen ersetzt. Die Kerne dieser sternförmigen Elemente sind plattgedrückt rund, in der seitlichen Ansicht elliptisch. Die Piafortsätze sind auch etwas derber als beim Menschen.

SCHWALBE [3]) war es vorbehalten, den Zusammenhang des Arachnoidalraums (Subduralraums) mit dem Lymphgefässsystem zu entdecken. Durch directe Injectionen unter der Dura mater an durch Verblutung getödteten Thieren erhielt er nämlich als constantes Resultat eine schöne Füllung der Lymphgefässe und Lymphdrüsen des Halses. Die Verbindung dieser Gefässe mit dem Arachnoidalraum findet nach ihm an der Basis cranii durch das Foramen jugulare statt. Es begeben sich die austretenden Lymphstämmchen zunächst auf die untere Fläche der Pars basilaris ossis occipitis und der oberen Halswirbel, wo sie einen Plexus bilden, aus welchem sich Lymphgefässe entwickeln, die nach den Seitentheilen des Halses verlaufen, um hier in die Glandulæ cervicales profundæ überzugehen. Bei diesen Injectionen füllt sich auch der Arachnoidalraum des Rückenmarks in seiner ganzen Länge; in einem Falle

[1]) HIRSCH—VIRCHOWS Jahresbericht f. 1868. (III Jahrg.). [2]) Archiv f. pathol. Anatomie etc. Herausg. v. VIRCHOW. 46 Bd. 1869.
[3]) Centralblatt f. d. Mediz. Wissensch. 1869. N:o 30.

waren auch hier die Glandulæ lymphaticæ injicirt; SCHWALBE glaubte, dass dieser Befund keine andere Deutung zuliess, als dass der Arachnoidalraum des Rückenmarks auch direct mit dem Lymphgefässsystem im Zusammenhang steht.

In Betreff der Verbindung des Arachnoidalraums (Subduralraums, oder des Raums zwischen Dura und Arachnoidea) mit den Lymphräumen der weichen Haut und des Gehirns äussert SCHWALBE: »Mit den von HIS beschriebenen perivasculären Canälen des Hirns und Rückenmarks, sowie mit den Lymphgefässen der Pia steht der Arachnoidalraum in keiner directen Verbindung». Er fügt aber hinzu: »Die Injectionsmasse dringt leicht in die subarachnoidalen Räume, bleibt aber stets durch die Pia mater von dem Lymphsystem des Gehirns getrennt. Eine Communication findet wahrscheinlich erst zwischen den abführenden Lymphwegen bei oder nach ihrem Austritt aus der Schädelhöhle statt». Ein Uebergang der Injectionsmasse in die Hirnventrikel konnte nicht beobachtet werden.

Es gelang aber SCHWALBE, durch diese Injectionen auch vom Arachnoidalraum aus ein Lymphgefässnetz in der Geruchschleimhaut und ferner auch durch den Porus acusticus internus den perilymphatischen Raum des Hörlabyrinthes zu füllen. Endlich erhielt er auch auf diese Weise Injection des Perichorioidalraums. Die Flüssigkeit trat nämlich durch den Canalis opticus in die Orbita und füllte zunächst den Raum zwischen innerer und äusserer Opticusscheide; gleichzeitig drang sie in einen Raum, der sich zwischen Retractor bulbi und dem Sehnerven befindet, von wo sie dann direct in die Tenon'sche Kapsel überging, um von da durch die früher (1868) von SCHWALBE beschriebenen Communicationsöffnungen rings um die Venæ vorticosæ in den Perichorioidalraum zu gelangen. Letzterer wurde hierdurch oft sehr vollständig injicirt.

SCHMIDT [1]) bestätigte zum Theil die Beobachtungen von SCHWALBE. Bei Injectionen am Kaninchen, Hunde und Kalbe vom Arachnoidalraum (Subduralraum) des Gehirns aus drang die Flüssigkeit in den Raum der Sehnervenscheide; die äussere Scheide blieb aber vollständig frei von der Färbung; dagegen färbte sich ganz intensiv das lockere Binde- und Balkengewebe zwischen ihr und der inneren Scheide. Nie drang jedoch die Flüssigkeit in die Bindegewebszüge des Sehnerven selbst ein. An der Uebergangsstelle des Nerven in den Bulbus findet man nach SCHMIDT eine Stauung der Injectionsflüssigkeit. Ein Weiterweichen der Färbung in die Sclera war nicht zu constatiren; nur ein Mal fand sich ein Uebertreten in das dicht angrenzende, der Bulbuskapsel aufliegende Bindegewebe, nie aber eine ausgedehntere Füllung der Tenon'schen Kapsel oder des Perichorioidalraums. SCHMIDT erhielt indessen eine vollständige Füllung der Lamina cribrosa. Quer durch den Sehnerven füllte sich nämlich ein äusserst zierliches communicirendes Netzwerk. In die Papilla optica hinein reichte die Färbung nicht, hingegen zuweilen centripetal kleinere Strecken zwischen den einzelnen Nervenbündeln. Das Canalsystem der Lamina cribrosa stehe also mit dem Arachnoidalraum in directer Verbindung.

Um die Angaben SCHWALBES über den Zusammenhang des Arachnoidalraums (Subduralraums) mit dem perilymphatischen Raum des Hörlabyrinthes zu prüfen, machte FR. E. WEBER [2]) eine Reihe von Injectionen am Menschen und an Thieren von jenem Raum aus. Dabei fand er, dass die Injectionsflüssigkeit in den Arachnoidalraum des Gehirns und Rückenmarks sich ausbreitete, sich aber nicht in die Hirnventrikel erstreckte. Am Gehörorgan ergab sich Folgendes. Durchgehends an allen Präparaten, sowohl denen von Thieren wie vom Menschen, war die Flüssigkeit in die Schnecke gedrungen, durchschnittlich bis in die zweite Windung; im Vorhof und in den halbzirkelförmigen Canälen fand sich nie blaue Färbung. Durch den Porus acusticus war die Flüssigkeit nicht ins Labyrinth gelangt; sie begleitete zwar den Nerven bis in die Lamina cribrosa, ging aber nicht durch diese. Dagegen war der Aquæductus cochleæ in seiner ganzen Länge blau gefärbt, und konnte man darin einen intensiv tingirten centralen Canal erkennen. Das Blau folgte hier im lockeren Bindegewebe Bahnen, welche ihrer Zeichnung gemäss mit denen sonst als Lymphräume bezeichneten übereinkamen. Der Aquæductus cochleæ bildet also die Verbindung des perilymphatischen Raumes mit dem Arachnoidalraum.

Die oben citirten Angaben von RECKLINGHAUSEN scheinen zu den Untersuchungen von BOEHM [3]) Anlass gegeben haben. Er suchte durch Resorption von Flüssigkeiten von der Innenfläche der Dura die Lymphbahnen dieser Haut zu finden. Deswegen studirte er zuerst das Verhalten der Blutgefässe und die Epithelbekleidung dieser Hirnhaut. An der Aussenfläche fand er die beiden, die Arterien begleitenden, Venenstämme, besonders beim Hunde und Menschen, aber auch, nur in viel schwächerer Entwickelung, bei Katzen und Kaninchen, ein schönes Netz mit grossen sinusartigen Räumen bildend; obwohl dieses Netz Lymphgefässen sehr ähnlich war, überzeugte er sich durch Injectionen mit Bestimmtheit von der venösen Natur desselben. An der Innenfläche der Dura der Kaninchen gelang es ihm mehrmals durch

[1]) Archiv f. Ophthalmologie. 15 Jahrg. Abth. II. 1869. [2]) Monatschrift für Ohrenheilkunde. Jahrg. III. 1869.
[3]) Virch. Arch. Bd 47. 1869.

Silberbehandlung eine einfache Lage platter Zellen, ein Epithel, darzulegen; an der menschlichen und der Hunde-Dura aber nie. An der Dura des Kaninchen und der Katze fand er unter diesem Epithel die evidentesten Saftcanalzeichnungen von bedeutenden Dimensionen. Er fand solche Saftcanäle zu grossen, mit einem unzweideutigen Epithel von polygonalen Platten versehenen Räumen zusammenfliessen und sah in diesem Epithel in der deutlichsten Weise kreisrunde Stomata. Wirkliche Lymphgefässe in der Dura konnte er aber nicht finden. Bei den Resorptionsversuchen fand er bei Hunden und Kaninchen die dazu angewandte Milch in die Venensinus der Aussenfläche übergehen. Durch Stichinjection gelang es ihm an der Innenfläche der Menschendura Capillarnetze darzustellen, welche das Aussehen von Lymphgefässen hatten, aber mit den Venen der Aussenfläche constant in Verbindung standen. In einzelnen Fällen von sehr blutreichen Hirnhäuten in Zusammenhang mit pathologischen Gefässneubildungen an der Innenfläche der Dura fand er sogar diese Netze deutlich mit Blut gefüllt. Aber auch mit der Cavitas serosa cranii stand dieses Capillarnetz in offener Communication; bei Stichinjectionen trat nämlich die Masse durch feine regelmässig angeordnete Oeffnungen an der Innenfläche heraus. Aus Allem schloss Böhm, dass wahrscheinlich »das fragliche System einen Appendix des Capillarsystems, eine Art accessorisches Capillarsystem der Dura darstellt, das sich nach der freien Innenfläche hin mit den intrafibrillären Gewebsspalten der Dura in Verbindung setzt». Dieses Netz wäre nur bei abnormen Blutstauungen innerhalb des Schädels mit Blut gefüllt, sonst aber sehr wahrscheinlich durch seine offene Communication mit der Cavitas serosa cranii (Subduralraum) zur Resorption von ihren Flüssigkeiten, auch der krankhaften, bestimmt. Die bei den Resorptionsversuchen in die Duravenen eingeflossene Milch wäre also auch auf diesen Wegen eingedrungen.

In seiner ausführlicheren Arbeit über die Lymphbahnen des Auges und ihre Begrenzungen beschrieb Schwalbe [1]) auch eingehender die Opticusscheiden und den Perichorioidalraum. Dies letztere Höhlensystem zwischen Chorioidea und Sclera erschien ihm in ihrem feineren Bau wirklich den serösen Häuten ähnlich. Die grösste Uebereinstimmung zeigen sie aber mit dem der Lymphsäcke. Sie sind von einem Endothel continuirlich überzogen. Die Chorioidea, z. B. eines weissen Kaninchens, zeigt nach Silberbehandlung eine schöne Endothelzeichnung. Eine solche erhält man auch auf dieselbe Weise an der Innenfläche der Sclera. In den Silbernetzen der Chorioidea findet man kleine Lücken, die Schwalbe für Rissstellen feiner Verbindungsbälkchen zwischen Sclera und Chorioidea hält. Innerhalb der Zellenlinien sieht man die Kerne, beim Kaninchen randständig, bei der Katze mehr central. Beim Schwein fand er die bekleidende Endothelhäutchen wieder, so auch beim Hund und bei der Katze; ferner auch bei Vögeln. Beim Menschen gelang es aber Schwalbe nicht die Endothelzeichnung zu erhalten. Die Suprachorioidea besteht aus einer Anzahl dünner, elastischer Lamellen. Eine jede derselben wird an ihren freien Flächen von einem Endothelhäutchen begrenzt, und diese schliessen zwischen ihren Flächen das elastische Fasernetz und die Pigmentzellen ein, welche letztere Elemente innerhalb einer hyalinen Grundsubstanz liegen. In vielen Fällen finden sich bei erwachsenen Individuen noch Reste von Protoplasma um die Zellenkerne der Endothelhäutchen herum als feinkörnige Trübung der Membran vor. Durch Stichinjection zwischen Sclera und Chorioidea füllt sich ein von mehreren parallel verlaufenden Blättern, entsprechend den Pigment führenden Lamellen der Suprachorioidea, durchzogenes, complicirtes und zusammenhängendes Cavernensystem. Die Abflusswege dieses Höhlensystems sind perivasculäre Räume rings um die Venæ vorticosæ. Keine directe Verbindung findet sich zwischen demselben und dem Raume innerhalb der äusseren Opticusscheide. Durch die genannten perivasculären Räume tritt die Injectionsflüssigkeit in den Tenon'schen Raum, zwischen Sclera und der Tenon'schen Fascie hinaus, welcher auch mit Endothel bekleidet ist. Sie geht ferner ausserhalb der äusseren Opticusscheide, in dem »supravaginalen Raum» Schwalbes, nach dem Foramen opticum zu. Mit dem Arachnoidalraum (Subduralraum) steht, wie die Injectionen von diesem aus erweisen, der Tenonsche Raum in Verbindung. Durch Injection vom Arachnoidalraum aus füllt sich der Raum zwischen äusserer und innerer Opticusscheide, der »subvaginale Raum» Schwalbes, bis zum Bulbus. Im Foramen opticum ist die äussere Scheide, die Fortsetzung der Dura, mit dem Sehnerven verwachsen, nur auf der unteren Seite mehr locker verbunden. Die Wände des subvaginalen, von Balken durchzogenen Raumes sind überall mit einem zusammenhängenden Endothel bekleidet. Auch die Balken sind von glashellen, kernhaltigen Endothelscheiden umgeben. Um die Balken finden sich umspinnende Fasern; diese gehen nicht in die Endothelhäutchen über [2]). Ueber die Natur dieser Fasern hatte Schwalbe keine Untersuchungen angestellt. Als Ursprungs-

[1]) Archiv f. mikroskop. Anat. Bd 6. 1870. [2]) Hier hat Schwalbe auch folgende Ausserung: »Ueberdies habe ich durch Maceration in Müllerscher Flüssigkeit von den Bindegewebsbündeln der Subarachnoidalräume ebenfalls Endothelhäutchen abheben können, was uns bei dem von mir gelieferten Nachweise des Zusammenhangs derselben mit den Lymphgefässen nicht wundern kann». Diese Aeusserung basirt sich augenscheinlich darauf, dass Schwalbe, welcher übrigens keine subarachnoidale Injectionen erwähnt, einen Zusammenhang des Subduralraums mit den Subarachnoidalräumen annahm.

und Ansatzpunkt des Balkennetzes dient je eine feste, straff gewirkte, faserige Platte, die sich oft leicht vom anderen Gewebe der Scheide abheben lassen. Diese Platten sind durch ein lockeres Bindegewebe auf der inneren Oberfläche der äusseren, resp. der äusseren Oberfläche der inneren Scheide befestigt. Auf den dem Lymphraum zugekehrten Oberflächen der Platten zwischen den Ursprungsstellen der Balken befindet sich nun ebenfalls ein Endothel, das continuirlich in das der Balken übergeht. Es zerfällt aber leichter in den Zellenplättchen; seine Kerne sind ferner dichter gelagert; das Endothel der Seitenwände ist auch nicht so homogen, glashell, wie das der Balken; es zeigt um die meisten Kerne herum eine ziemlich bedeutende Menge körniger Substanz, ein Rest des embryonalen Protoplasma, während die Ränder der Zellen in die glashelle elastische Masse verwandelt sind. Auch durch die Silberbehandlung gelingt es leicht, wenigstens auf den einander zugekehrten Oberflächen der beiden Scheiden eine Endothelzeichnung nachzuweisen. An den Balken scheint dies nicht so leicht zu gelingen.

Am Anfang des Herbstes 1869 begannen wir, wie oben angegeben wurde, eine Reihe von Untersuchungen, welche ursprünglich den Zweck hatten, erstens die verwickelten, aber so wichtigen Fragen von dem Zusammenhang der subarachnoidalen Räume des Rückenmarks und des Gehirns sowohl unter einander als mit den übrigen serösen Räumen dieser Organe, wenn möglich, zu erhellen, zweitens auch die oben referirten Angaben von Böhm über die Resorption vom Subduralraum aus in eigenthümliche Bahnen der Dura mater cerebralis zu prüfen.

Wir [1]) fanden durch Injectionen mit gefärbten Flüssigkeiten, welche wir meistentheils unter sehr geringem Druck vom Subarachnoidalraum des Rückenmarks hineinfliessen liessen, sowohl an lebenden als an eben getödteten Thieren (Hunden, Kaninchen, Schafen), als auch an einer grossen Anzahl menschlicher Leichen, dass ein constanter, offener und unmittelbarer Zusammenhang zwischen diesem Raum und allen den subarachnoidalen Räumen des Gehirns, auch den über die grossen Hemisphären befindlichen, vorhanden ist; dass bei solchen Injectionen die Flüssigkeit zuerst die die Blutgefässe der weichen Hirnhaut umgebenden sog. Lymphcanäle erfüllt; dass sie ferner von diesen Canälen sich in den epicerebralen Raum ausbreitet, und somit diesen Raum, die subarachnoidalen Räume und die Lymphcanäle erfüllt; dass endlich ein Zustand eintrifft, der einem gewöhnlichen Oedem entspricht. Ferner sahen wir, dass die Flüssigkeit sich ins Velum interpositum und mehr oder weniger in die Plexus chorioidei ausbreitet; dass die Seitenventrikel fast immer freie Flüssigkeit aufnehmen, welche durch den Aquæductus Sylvii bis in den vierten Ventrikel und nicht selten in den Centralcanal des Rückenmarks verfolgt werden kann. Weiter fanden wir, dass die Flüssigkeit vom Subarachnoidalraum in die Pia des Rückenmarks eindringt und sowohl durch die Septa in den Fissuren als durch die feineren Ausläufer der Pia ins Rückenmark fortgeht, und dies gewöhnlich, ohne in den sog. Epispinalraum (zwischen Pia und Rückenmark) auszutreten. Bei solchen Versuchen, und eben am vollständigsten wenn sie an lebendigen Kaninchen ausgeführt wurden, erhielten wir auch Injection in den Perivascularräumen, weit ins Gehirn hinein, sowohl in den grossen Hemisphären als in den Thalami optici, Corpora striata u. s. w. Auch bei der vollständigsten Subarachnoidalinjection drang die Flüssigkeit nie in den »Subduralraum» aus, welchen Namen wir, um Missverständnissen zu entgehen, dem Raum zwischen der Dura und der Arachnoidea (dem Arachnoidealraum and. Verf.) gaben. Bei diesen subarachnoidalen Injectionen, auch bei den weniger vollständigen, sahen wir die Flüssigkeit in die Sinus der harten Hirnhaut und zu den Venenverzweigungen in der Nähe der Sinus, sowie auch durch die Venen des Schädels in die Gefässe der Kopfhaut austreten. Beim Uebergang der Flüssigkeit in die Blutleiter fanden wir die Pacchionischen Granulationen eine sehr wichtige Rolle spielen; sie wurden nämlich dabei stark injicirt, und die Flüssigkeit drang aus ihrem Innern auf ihre Oberfläche hinaus; sie gelangte eben auf diesem Weg in die Sinus. Wir schlossen daraus, dass die Cerebrospinalflüssigkeit während des Lebens auf demselben Weg mit ziemlicher Leichtigkeit in die venösen Sinus Ausfluss finden könne. Wir fanden, dass die Pacchionischen Granulationen nicht nur bei erwachsenen Menschen sondern auch bei Kindern, sowie bei Schafen und Hunden, dieselbe Function haben (S. hierüber ferner unten). Ferner sahen wir bei subarachnoidalen Injectionen die Flüssigkeit die Zweigen des Nervus olfactorius in der Nasenschleimhaut begleiten, dieselben scheidenförmig umgebend und zwischen demselben ein Lymphgefäss-ähnliches, von den Blutgefässen verschiedenes Netz füllend. Mit dem Nervus acusticus sahen wir die Flüssigkeit von den subarachnoidalen Räumen ins Gehörlabyrinth eindringen. Mit dem Nervus opticus fanden wir die subarachnoidale Injectionsflüssigkeit aus dem Schädelraum ausdringen und dabei einen inneren Scheidenraum füllen, welcher nach aussen durch eine dünne Haut, eine Fortsetzung der Arachnoidea (die von uns sog. »Arachnoidalscheide» des Opticus), von einem äusseren, vom Subduralraum aus injicirbaren Raum getrennt war.

---

[1]) Axel Key och Gustaf Retzius. Nordiskt Medicinskt Arkiv. Bd II. N:o 6, IV. 1870.

Durch Injectionen unter gelindem constanten Druck in den von uns sog. Subduralraum (den Raum zwischen Dura und Arachnoidea), welche Injectionen in derselben Weise wie bei den eben beschriebenen subarachnoidalen und sowohl bei einer Anzahl von Menschenleichen als bei lebenden oder eben getödteten Hunden, Kaninchen und Schafen ausgeführt wurden, erhielten wir stets eine Füllung dieses ganzen Raumes sowohl am Gehirn als am Rückenmark, ohne dass die Flüssigkeit bei unbeschädigter Arachnoidea weder in die Subarachnoidalräume, noch in die Ventrikel je eindrang. Durch die Pacchionischen Granulationen trat sie mit Leichtigkeit in die venösen Sinus aus (S. hierüber ferner unten). Vom Subduralraum aus erhielten wir auch, in Uebereinstimmung mit Schwalbe, eine Injection der Lymphgefässe und Lymphdrüsen des Halses, sowohl der oberflächlicheren als der tieferen; daneben sahen wir oft Injection eines Lymphstammes, welcher von der Orbitalgegend vor dem Masseter gegen den Unterkiefer hinab geht, sowie auch einer dicht an diesem Lymphstamme befindlichen Lymphdrüse. Ausser dem von Schwalbe gefundenen Zusammenhang dieser Lymphgefässe mit dem Subduralraum folgten wir demselben auch durch den Canalis caroticus zu den Halslymphdrüsen hinaus. Ferner erhielten wir vom Subduralraum aus eine scheidenförmige Injection ringsum mehrerer abgehender Nerven, also um den Oculomotorius weit in die Orbita hinaus, um den Hypoglossus bis zur Nähe seines Eintritts in die Zunge, um den Trigeminus dem Ganglion Gasseri vorbei in seine Zweige hinaus, z. B. um den Ramus alveolaris inferior bis seinem Austritt aus dem Foramen mentale vorbei u. s. w. Die Nerven schienen uns im Allgemeinen mit den serösen Räumen des centralen Nervensystems zusammenhängende Lymphscheiden zu besitzen; auch an den vom Rückenmark abgehenden Nerven erhielten wir Injection derartiger Scheiden. In der Nasenschleimhaut erhielten wir, auch vom Subduralraum aus, eine scheidenförmige Injection an den Zweigen des Nervus olfactorius und daneben zwischen diesen Zweigen und davon unabhängig ein früher auch von Schwalbe injicirtes Gefässnetz, das auch uns ganz mit Lymphgefässen übereinstimmend erschien und welches bei gleichzeitiger Injection der Blutgefässe von Carotis aus von diesen getrennt sich zeigte. Mit dem Nervus acusticus sahen wir, wie Schwalbe, vom Subduralraum aus die Injectionsmasse ins Gehörlabyrinth eindringen, und wir folgten der Injection am Anfang der Ausbreitung dieses Nerven. Constant erhielten auch wir, wie Schwalbe, vom Subduralraum aus am Opticus Injection eines Raumes zwischen der äusseren und inneren Scheide dieses Nerven; wir fanden aber, dass dieser Raum bei der Injection durch eine dünne Haut, die sich als eine directe Fortsetzung der Arachnoidea cerebri herausstellte, von einem inneren, von den Subarachnoidalräumen des Gehirns und Rückenmarks aus injicirbaren Raum abgetrennt ist. Auch in den Tenonschen Raum und in den Perichorioidalraum erhielten wir, wenn auch weniger constant, Injection vom Subduralraum aus. Ob nicht zwischen jenen Räumen und den Räumen der Opticusscheiden ein von Schwalbe verneinter Zusammenhang existirt, wollten wir dann bis auf Weiteres offen lassen, »weil wir am wenigsten Andeutung zu einem solchen gesehen».

Bald danach beschrieben wir [1]) die von Trolard und uns gleichzeitig gefundenen, an den Seiten des Sinus longitudinalis befindlichen venösen Höhlen, welche von Pacchionischen Granulationen erfüllt sind und durch deren Vermittlung, von diesen Granulationen aus, eben die Venenverzweigungen in der Nähe des Sinus von den Subarachnoidalräumen sowie vom Subduralraum injicirt wurden. Diese Höhlen fanden wir immer sowohl bei erwachsenen und neugeborenen Menschen als bei den untersuchten Säugethieren. Wir erwähnten ferner, dass wir von denselben Räumen aus sämmtliche Augennerven injicirt hatten, sowie auch die Rückenmarksnerven durch die Spinalganglien hindurch und weit auswärts von ihnen. Ferner hatten wir den Ablauf des die Blutgefässmaschen umspinnenden Lymphgefässnetzes der Nasenschleimhaut in die Lymphgefässe und Lymphdrüsen des Halses verfolgt.

Wir fanden ferner bei Injectionen in den Subduralraum sowie auch in die Subarachnoidalräume, dass die Flüssigkeit zwar in Venen der Dura, sowohl in die Sinus als in die eigentlichen Vasa meningea, sehr leicht übergeht, aber nicht durch unmittelbare Resorption vom Subduralraum aus in die von Böhm beschriebenen Gefässe, sondern durch Vermittelung der Pacchionischen Zotten, theils direct in die bekannten Sinus, theils in die eben genannten, mit solchen Zotten erfüllten Höhlen in der Dura, die an den Seiten des Sinus longitudinalis von uns gefunden wurden. Die von Böhm beschriebenen Gefässe sind nach unseren Forschungen nur die hier eigenthümlich geformten Blutcapillaren und Venenwurzeln; diese Gefässe hängen nämlich nicht nur mit den Venen sondern auch überall mit den Arterien zusammen. Wir fanden in Uebereinstimmung damit dies Gefässnetz immer blutführend. Bei verschiedenen Thieren hatte das Netz ein ganz verschiedenes Aussehen, bei einigen (z. B. Schaf, Rind), war es sogar kaum von gewöhnlichen Blutgefässen zu unterscheiden. (Ueber das von uns näher beschriebene Verhalten der Dura zu den Pacchio-

---

[1]) Axel Key och Gustaf Retzius. Nord. Med. Arkiv. Bd II. N:o 13, iii. 1870.

nischen Zotten s. unten in der besond. Abtheilung über die Geschichte dieser Gebilde). Betreffs der Füllung der Lymphgefässe des Halses fanden wir dieselbe besonders von den Lymphgefässen der Nasenschleimhaut aus zu geschehen.

Etwa zu derselben Zeit wie wir und ganz unabhängig fand TROLARD [1]) bei seiner Revision der duralen Sinus die von Pacchionischen Zotten erfüllten Höhlen an den beiden Seiten des Sinus longitudinalis.

Noch im selben Jahr lieferten wir [2]) einen Bericht über unsere unterdessen fortgesetzten Untersuchungen, wobei wir besonders den Bau der weichen Hirnhaut und der Arachnoidalzotten (s. unten) beschrieben. Nach dieser unseren Darstellung wird die weiche Hirnhaut als aus einer äusseren und einer inneren dünnen Verdichtungsschicht, der Arachnoidea und der Pia mater, bestehend betrachtet. Diese beide sind von einem in Form und Menge vielfach wechselnden Gewebe, dem Subarachnoidalgewebe, vereinigt. Von dem letzteren »werden theils mehr oder weniger vollständige, sehr dünne, in verschiedenen Richtungen feingestreifte, kernführende, membranöse Häutchenausbreitungen gebildet, welche als Wände von der Arachnoidea zur Pia verlaufen, den Raum zwischen ihnen in kleinere Abtheilungen, Gänge oder Räumchen vertheilend»; alle diese Räume nannten wir Subarachnoidalräume. »Theils besteht aber das Subarachnoidalgewebe aus einem reichmaschigen, lockeren und schwammigen Netzwerk einander kreuzender und unter sich anastomosirender, gezweigter, kernführender Bindegewebsbalken. Endlich findet es sich auch Uebergangsbildungen zwischen den eigentlichen Subarachnoidalräumen und dem Balkennetze, in dem dieses, besonders an der Grenze gegen die Räume, sich hier und da zu kleinen unvollständigen Räumen anordnet und zuletzt in die Wände der eigentlichen Räume übergeht. Die eigentlichen Subarachnoidalräume können mit Fug in grössere, an der Basis des Gehirns liegende und kleinere, an der übrigen Gehirnfläche befindliche getheilt werden». Betreffs der letzteren »kann man schon mit blossem Auge, bei Injection einer gefärbten Flüssigkeit vom Subarachnoidalraum des Rückenmarks aus, ziemlich vollständig die Ausbreitung der Räume und ihr Verhalten zu einander und zu den Blutgefässen beobachten. Die Flüssigkeit rinnt nämlich vom Subarachnoidalraum des Rückenmarks durch die an der Hirnbasis befindlichen grossen Räume und von da im Allgemeinen zuerst in den Furchen des Gehirns, dabei gewöhnlich in deren tieferen Theilen hervorschiessend und dann allmählig das Gewebe um die am häufigsten mehr oberflächlich gelegenen grösseren Blutgefässe füllend; seitlich nach den Windungen zu und über ihre Wölbungen gehen mehr oder weniger verzweigte Ausläufer ab, welche man im Allgemeinen die Zweige der Blutgefässe begleiten sieht, theils an einer Seite derselben, theils, aber von einander unabhängig, an deren beiden Seiten, theils auch das Gefäss umschliessend; theils gehen sie indessen auch von den Blutgefässen unabhängig, bald sich solchen nähernd, bald sich wieder von ihnen entfernend. Wenn die Injection fortgeht, füllen sich gewöhnlich die Zwischenräume der schon injicirten Gänge mehr und mehr, und endlich entsteht ein Zustand, den wir früher mit einem gefärbten Oedem verglichen haben; die ganze Oberfläche des Gehirns ist dann mehr oder weniger vollständig von der Injectionsflüssigkeit umschlossen und die Arachnoidea über die Wölbungen der Gyri wie erhoben. Nur an den Rändern der Injection kann man dann noch die einzelnen Gänge unterscheiden. Bisweilen können diese eine weite Strecke hervorschiessen, ohne nach den Seiten Zweige abzugeben, bisweilen sind aber die Zweige zahlreich; bisweilen sieht man, besonders in den Furchen, zwei von verschiedenen Seiten kommende Gänge einander kreuzen, ohne sich zu vereinen. Die Gänge sind zuweilen ziemlich gerade, gewöhnlich aber schlingernd, von etwa 0.5 bis 2 Mm. Breite und oft scharf begrenzt, mit etwas buchtigen Rändern; zuweilen sind die Ränder durch Fortsätze der Injectionsmasse nach den Seiten hin wie gezackt».

»Wenn man mit dem Mikroskop Verticalschnitte derartig injicirter weicher Hirnhäute, die in chromsaurem Kali und dann in Alkohol erhärtet sind, untersucht, so findet man, dass das Subarachnoidalgewebe sich an verschiedenen Stellen verschieden verhält. Ueber den Windungen, welche die sichtbare Gehirnoberfläche erreichen, ist das Verhalten gewöhnlich am einfachsten; da findet sich mehrentheils eine einfache Reihe kleiner, in der Grösse unter einander etwas wechselnder, gerade oder schief quergeschnittener Subarachnoidalräume oder Gänge, welche durch die obengenannten dünnen Wände getrennt sind. Bisweilen liegen indessen die Räume auch über den Windungen in mehr als einer Lage. Bisweilen, aber nur ausnahmsweise, findet sich ein kleines Balkennetz zwischen die Wände eingeschoben. Bisweilen hat, und dies besonders in der Nähe der Fissura longitudinalis, wo die Pacchionischen Zotten am reichlichsten vorkommen, das Balkennetz mehr oder weniger die Räume ersetzt; gewöhnlich findet sich doch, dicht an der Pia mater, auch an solchen Stellen eine Reihe von Räumen. In den Hirnfurchen sind die Räume oder Gänge in der Nähe der Pia gewöhnlich recht zahlreich und liegen oft in mehrschichtiger Anordnung über einander.

---

[1]) Archives générales 1870. [2]) AXEL KEY och GUSTAF RETZIUS. Nord. Med. Arkiv. Bd II. N:r 26, II. 1870.

Ueber denselben aber, nach der Arachnoidea zu, findet sich gewöhnlich ein reichliches, schwammiges Balkennetz von oben angedeuteter Beschaffenheit; die Balken gehen in die, die Räume abgrenzenden Häutchenwände über; zwischen dem Balkennetz aber und den Räumen finden sich gewöhnlich die ebenso oben erwähnten Uebergangsbildungen in Form kleiner unvollständig abgegrenzter Räume, welche in offener Verbindung mit den eigentlichen Räumen und mit den Maschen des Balkennetzes stehen. In allen Maschen des Balkennetzes breitet sich die Injectionsflüssigkeit mit Leichtigkeit aus, und die Maschen hängen also mit den Subarachnoidalräumen zusammen».

»In Betreff des Verhaltens der Blutgefässe zu dem Subarachnoidalgewebe und den Begrenzungshäuten haben wir gefunden, dass die gröberen Gefässe, welche, wie bekannt, in den Furchen und gewöhnlich dicht unter der Arachnoidea verlaufen, im Allgemeinen von dem oben geschilderten, engmaschigen Balkengewebe umgeben sind, welches da gewöhnlich in die Gefässwände übergeht und an ihnen sich befestigt; oft sieht man doch das Balkennetz kleine mehr oder weniger unvollständig begrenzte Räume dicht an der Gefässwand bilden; bisweilen wird dieselbe von einem sie halb oder mehr umfassenden, halbmondförmigen Raum umgeben. Die von diesen grösseren Gefässen abgehenden Zweige, welche theils zum Boden der Furchen herabtauchen, theils nach den Seiten in die seichten Furchen und über die Windungen abgehen, liegen dagegen im Allgemeinen in längeren oder kürzeren Strecken an den, die Subarachnoidalräume abgrenzenden, dünnen, häutchenähnlichen Wänden und an der Pia mater, mehr oder weniger ins Lumen der Räume einschiessend; die von den vorigen Verfassern geschilderten, die Blutgefässe »mantelförmig» umgebenden, und nach ihrer Ansicht von den Subarachnoidalräumen getrennten »Lymphcanäle» sind also nichts Anderes als wirkliche Subarachnoidalräume, welche an ihren Wänden angeheftete Blutgefässe haben, welche aber in offener Verbindung mit den übrigen, Blutgefässe nicht führenden Subarachnoidalräumen stehen; es giebt auch keine histologische Verschiedenheit zwischen ihnen. Die in der Pia verlaufenden und sich verzweigenden Blutgefässe geben, wie bekannt, eine Menge mehr oder weniger feiner Zweige in die Gehirnsubstanz ab, dies geschieht aber nicht, wie His angegeben hat und wie man bisher allgemein geglaubt hat, durch Löcher in der Haut — durch welche Löcher die sog. Lymphcanäle mit dem von His beschriebenen Epicerebralraum (zwischen der Pia und der Hirnoberfläche) und mittelst dieses mit den ebenso von His geschilderten perivasculären Räumen um die Blutgefässe des Gehirns zusammenhängen sollten — sondern mit den Gefässen folgt constant eine dünne, trichterförmige, feinstreifige und kernführende Verlängerung der Pia, welche auch constant in die gefässführende, die Blutgefässe des Gehirns lose umgebende Adventitialscheide, welche die Blutgefässe in ihren Verzweigungen im Innern des Gehirns begleitet, übergeht, oder, richtiger gesagt, in dieselbe sich fortsetzt. Die von den Subarachnoidalräumen kommende Injectionsflüssigkeit fliesst durch diese trichterförmigen Bildungen mehr oder weniger in diese Adventitialscheide hinein, ohne irgend wo in die Epicerebral- oder Perivascularräume auszutreten, sofern nicht durch einen zu starken Druck bei der Injection oder durch andere unvorsichtige Behandlung Berstungen entstanden sind». »Als wir bei unseren ersten Subarachnoidal-injectionen fanden, dass die Masse auch in den sog. Epicerebralraum und in Zusammenhang damit auch in die His'schen Perivascularräume ausgedrungen war, so wurden wir dadurch verleitet zu glauben, dass die His'sche Schilderung dieser Räume insofern richtig wäre, dass sie in der That vorhanden waren und durch Oeffnungen in der Pia rings um die Gefässe in offener Verbindung mit den subarachnoidalen Räumen standen; wir haben aber später auf das Bestimmteste uns überzeugt, dass dies unrichtig war. Wenn die genannten Räume während des Lebens sich vorfinden, welches wir als im höchsten Grade unwahrscheinlich ansehen müssen, so ist es doch gewiss, dass sie in keinem Zusammenhang mit den Subarachnoidalräumen stehen, weder mit denjenigen, welche die Gefässe nächst umgeben, noch mit den übrigen. Eine Flüssigkeit, welche im Innern des Gehirns in den His'schen Perivascularräumen zwischen der Lymphscheide (der Adventitialscheide) der Gefässe und der Hirnsubstanz sich befände, würde also zwar bei einer vermehrten Bluterfüllung der Gefässe in den Epicerebralraum ausgepresst werden können, wenn dieser vorhanden wäre, könnte aber nie ohne Berstungen in die serösen Räume der weichen Haut gelangen; auch haben wir einen anderen Ablauf des sog. Epicerebralraumes nicht finden können. Dieser Umstand allein spricht stark dagegen, dass eine Flüssigkeit während des Lebens sich hier vorfände. Sie würde hier auf der nackten, jedes Epithel und jedes schützende Gewebe entbehrenden Hirnoberfläche eingeschlossen liegen und über dieselbe strömen, was sich vorzustellen höchst unbefriedigend sein würde. Wie vorher angegeben wurde, haben wir durch Subarachnoidalinjection einen Zustand hervorgebracht, welcher vollständig dem stärksten Oedem entspricht, ohne dass ein Tropfen der Injectionsflüssigkeit unter der Pia oder nach aussen von den Lymphscheiden der Hirngefässe vorgefunden wurde. Es ist wahr, dass man bei Stichinjectionen ins Gehirn die Injectionsflüssigkeit leicht

genug um die Lymphscheiden der Gefässe zwischen ihnen und der Hirnsubstanz hervordringen und an der Oberfläche sich zwischen Pia und Gehirn ausbreiten sieht, wonach sie an den Gefässen in die Subarachnoidalräume eindringt; dies ihr Vordringen lässt aber durch den losen Zusammenhang zwischen diesen Häuten und dem Gehirn sich leicht erklären; der Eintritt der Masse aus dem Epicerebralraum in die Subarachnoidalräume beruht aber lediglich darauf, dass, da die Pia durch die andringende Masse vom Gehirn erhoben wird, mehr oder weniger Trichter und Scheiden, welche von der Pia aus die Gefässe begleiten, gestreckt und zersprengt werden, und auf diese Weise gewinnt die Masse einen künstlichen Zutritt zu den serösen Räumen der weichen Hirnhaut». »Einmal gelang es uns bei einer Stichinjection die Injectionsflüssigkeit vom Gehirn aus die Gefässe begleiten und in den Subarachnoidalräumen, ohne zwischen der Pia und dem Gehirn auszutreten, sich ausbreiten zu sehen. Es war deutlich, dass die Injectionscanüle dann durch einen Zufall mit der Spitze in eine der Lymphscheiden der Hirngefässe eingedrungen und dass die Masse durch diese unmittelbar in die Subarachnoidalräume hinaus geflossen war. Dass von den Lymphscheiden im Gehirn eine Strömung von Flüssigkeit nach den Subarachnoidalräumen und umgekehrt, je nach wechselnden Druckverhältnissen, während des Lebens stattfindet, scheint uns ausser allem Zweifel zu sein. Ein wichtiger Umstand für die Beurtheilung dieser im höchsten Grade interessanten Fragen ist der, dass man bei Gehirninflammationen sehr oft die Lymphscheiden der Gefässe ganz von lymphoiden Zellen (gewiss ausgewanderte weisse Blutkörperchen) vollgestopft findet, nie aber haben wir solche Zellen in His'schen Perivascularräumen gesehen. Dagegen findet man sie oft mehr oder weniger reichlich in der zunächst umgebenden Hirnmasse. Dies spricht auch dafür, dass die Lymphscheiden der Hirnsubstanz dicht anliegen und dass die Körperchen aus jenen in diese auswandern, ohne einen dazwischen befindlichen Raum zu passiren. Bei Meningitis kann man ebenso die Subarachnoidalräume nebst den Piatrichtern und den Lymphscheiden der Gefässe weit ins Gehirn hinein von lymphoiden Zellen vollgestopft finden, ohne dass etwaige solche zwischen der Pia und dem Gehirn vorhanden sind. Alles scheint uns also zu beweisen, dass die von His beschriebenen Perivascularräume und der Epicerebralraum während des Lebens in Wirklichkeit sich nicht vorfindet, sondern dass sie Kunstproducte sind, wogegen die Lymphscheiden der Hirngefässe mit den Subarachnoidalräumen in ununterbrochenem offenen Zusammenhang stehen».

Betreffs der Scheiden des N. opticus lieferten wir dort etwas ausführlichere Mittheilungen. »Innerhalb der äusseren Opticusscheide, welche wir die Duralscheide des Opticus nannten, geht die von uns beschriebene Arachnoidalscheide als eine vollständige und ununterbrochene Haut vorwärts bis zum Bulbus, wo sie sich am Eintritt des Sehnervens befestigt. Sie ist eine unmittelbare Fortsetzung der Arachnoidea. Man hat also um den Opticus zwei Scheidenräume, einen äusseren, zwischen der Duralscheide und der Arachnoidalscheide, welchen wir den Subduralraum des Opticus nennen wollen, und einen inneren, zwischen der Arachnoidalscheide und dem Nerven selbst, welchen wir den Subarachnoidalraum des Sehnervens zu benennen vorschlagen. Jener steht mit dem Subduralraum des Gehirns, dieser mit den Subarachnoidalräumen der weichen Hirnhaut in unmittelbarem Zusammenhang. Durch den ersteren Raum gehen nur vereinzelte und gröbere Balken von der Dural- zur Arachnoidalscheide, sie durchdringen diese letztere und verzweigen sich dann im Innern des Subarachnoidalraums zu einem Balkennetz, welches den Nerven umspinnend in das Gewebe übergeht, das die Oberfläche desselben bildet und nach Innen zwischen seinen Fasern sich fortsetzt. Das Balkennetz im Subarachnoidalraum des Opticus wird ohnedem durch zahlreiche verzweigte Balken verstärkt, welche vom Opticus zur Arachnoidalscheide oder auch umgekehrt verlaufen, ohne diese letztere zu durchdringen und in den Subduralraum auszutreten». Dieses Balkennetz des Subarachnoidalraums des Opticus scheint dem von einigen Verf. früher geschilderten zu entsprechen.

Eberth [1]) beschreibt die Adventitia der Arterien und Venen des Hirns und Rückenmarks als von einer scharfen, mitunter doppelten Contourlinie oder einem zarten Saum begrenzt, der selbst noch eine Strecke weit auf die feineren Capillaren sich verfolgen lässt. Dieser Saum löst sich nach kurzer Behandlung mit Wasser oder Kochsalzlösung an vielen Stellen des Gefässes von der unterliegenden Adventitia in kleinen Blasen ab, die allmählig confluiren und endlich als eine äusserst zarte Scheide das Gefäss umgeben; bald zerreisst diese Membran und zerfällt endlich in dünne, unregelmässige, kernhaltige Plättchen. Nach Silberbehandlung nimmt man an dieser Adventitia der Gefässe eine Zeichnung von bald deutlich polygonaler, bald mehr unregelmässig zackiger und sternförmiger, fast immer Kerne enthaltender Felder. Die Hirn- und Rückenmarksgefässe sind also mit Ausnahme der feinsten Capillaren von einem äusseren Epithel überzogen, welches Eberth »Perithel» nannte. Wie weit dasselbe auf die grösseren

[1]) Virchows Archiv. Bd 49. 1870.

Gefässe sich fortsetzt, konnte Eberth nicht mit voller Sicherheit angeben; an den mittleren Aesten der Art. foss. Sylvii findet es sich noch. Nach Behandlung mit doppelt chromsaurem Kali sieht man von der die perivasculären Räume begrenzenden Verdichtungsschicht der Gliafasern kernlose Fasern an das Perithel der Gefässe treten und daselbst leicht verbreitert sich inseriren; es sind dies die von Roth geschilderten Fasern. Die Adventitia bildet also nicht die äussere Wand der perivasculären Canäle. Auch die epicerebralen Lacunen werden »von feinen aus der Pia in die Hirnrinde tretenden kernlosen Fäserchen durchsetzt. Bei der Schildkröte fehlen am Rückenmark diese Räume vollkommen. Die dicht stehenden feinen Gliafäserchen der Begrenzungsschicht sind innig mit einer wenig fasrigen, fast homogenen Membran verbunden, die unmittelbar in die Pia übergeht. Die circumvasculären (perivasculären) Räume des Gehirns communiciren mit den Subarachnoidealräumen, die gleichfalls einer epithelialen Auskleidung entbehren. Die Lymphgefässe der Pia, welche bald die Blutgefässe begleiten, bald ganz umschliessen und auch mit den subarachnoidealen Lacunen in Verbindung stehen, wiederholen den Bau dieser. Sie stellen nämlich ein cavernöses Gewebe dar, welches durch eine etwas dichtere Bindegewebslage einen unvollkommenen Abschluss gegen jene Lacunen erhält. Daher kann man auf kleine Strecken die Lymphräume der Pia füllen, ohne gleichzeitig auch jene zu injiciren». Lymphräume mit Epithelauskleidung konnte Eberth weder in der Pia noch in der Arachnoidea sehen; ebenso wenig gelang es ihm die abführenden Lymphwege der Hirn- und Rückenmarkhäute aufzufinden.

Obersteiner [1]) bestätigte die Angaben von His über die perivasculären Lymphräume des Gehirns, die noch um die feinsten Capillarverzweigungen herum erkennbar sein sollen, sowie auch dessen epicerebralen Raum und den Zusammenhang desselben mit Lymphräumen im Gewebe der Pia. Er fügte aber noch hinzu, dass um die einzelnen Zellen der Grosshirnrinde Räume bestehen von wechselnder Weite, die sehr häufig freie runde Körner einschliessen, welche Lymphkörperchen vollkommen gleichen, dass ferner diese Räume mit den perivasculären Lymphräumen communiciren und von diesen aus injicirbar sind. Er hielt den Schluss für gerechtfertigt, dass diese Räume dem Lymphsysteme angehören, wahrscheinlich die Anfänge der Lymphbahnen darstellen und dass die in ihnen enthaltenen Körner wirklich Lymphkörperchen seien.

Manz [2]) fand, bei seinen experimentellen Untersuchungen über Erkrankungen des Sehnerven in Folge von intracraniellen Krankheiten, nach Injectionen unter der Dura lebender Thiere (Kaninchen), dass die Flüssigkeit wohl im Scheidenraum des Opticus bis zum Bulbus sich erstreckte; er sah sie aber bei seinen Versuchen nie in den Opticusstamm eindringen und das von Schmidt beschriebene Canalnetz erfüllen. Die eben erwähnten Versuche seien aber »gewissermaassen nur Vorstufen einer vollständigeren Injection». Ein Eintreten in den Opticus selbst lässt sich daher mit Wahrscheinlichkeit erwarten.

Stilling spricht sich in seiner Arbeit über den Bau des kleinen Gehirns [3]) mit voller Entschiedenheit für das normale Vorhandensein des Hiatus Magendii aus. »Diese Oeffnung ist im Normalzustande, und in normaler Lage der verschiedenen Theile, nur eine Spalte, von $^1/_2$—1—$1^1/_2$ Mm. Länge und Breite, nichts weniger als regelmässig, noch weniger ein offenes rundes Loch oder Viereck, sondern zeigt, wenn man die Medulla oblongata in die Höhe hebt und auseinanderzerrt, eine bald runde, bald rhomboidale, bald längliche Form». »Im Normalzustande liegen die diese Lücke begrenzenden Wandungen eng aneinander, und gestatten nur die Communication der Cerebrospinalflüssigkeit der vierten Hirnhöhle mit dem Subarachnoideal-Raum und vice versa, wie durch eine Oeffnung, die mittelst eines, aus weichem, filzartigem Gewebe bestehenden, oder aus solchem Stoffe gebildeten Pfropfes lose geschlossen ist, der das Durchsickern einer Flüssigkeit gestattet». »Dass der Hiatus Magendii wirklich eine Oeffnung sei, von der Natur gebildet, und nicht ein Kunstproduct der anatomischen Zerlegung, sieht man leicht bei aufmerksamer Untersuchung frischer Gehirne, die in loco im Schädel, oder nach vorsichtiger Entfernung aus demselben geprüft werden. Man findet eine grosse Menge feiner, mehr oder weniger derber Filamente, die von der Medulla oblongata zum kleinen Gehirn gehen, die Pia mater beider Theile mit einander verbinden, längs der seitlichen Ränder des unteren Theils der Rautengrube, nicht aber an dem Mittelpunkte (dem unteren Ende) derselben. Von diesem Punkte an nach beiden Seiten und oben und aussen hin bleibt eine Stelle von 2—4 Mm. durchaus glatt, ohne alle Filamente, die von der Medulla oblongata zum Cerebellum gingen; diese Stelle dient eben den unteren Zipfeln der Plexus chorioidei zum Austritt, und ist eine von der Natur präformirte Lücke, mittelst welcher die vierte Hirnhöhle mit dem Subarachnoideal-Hohlraum communicirt».

---

[1]) Sitzungsber. der kaiserl. Akad. d. Wissensch. Band 61. Wien 1870. [2]) Archiv f. Ophthalmologie. Bd 16. Abtheil. I. 1870.
[3]) Untersuchungen über den Bau des kleinen Gehirns des Menschen. Cassel 1870. In der Erklärung der Abbildungen. (Tafel 5, 6 u. 8).

Henle [1]) bezeichnet das subarachnoidale Gewebe als ein physiologisch wassersüchtiges Bindegewebe von allerdings ungewöhnlich lockerer Beschaffenheit. Es grenzt sich nach aussen durch eine zusammenhängende, zarte, aber doch, besonders am Rückenmark, resistente Haut, die Arachnoidea, ab. Sie berührt in der Regel unmittelbar die innere Fläche der fibrösen Haut, wenn auch nicht bestritten werden kann, dass da und dort einmal, durch eine Lücke der Arachnoidea, ein Theil der subarachnoidalen Flüssigkeit in den Raum zwischen Arachnoidea und fibröser Haut gerathen mag. Die Gedrängtheit der Bindegewebsbälkchen und die Ausdehnung der areolären Räume des subarachnoidalen Gewebes steht im umgekehrten Verhältniss zur Tiefe der Thäler, über welche die Arachnoidea sich hinspannt, und so können stellenweise, z. B. an der hinteren Querspalte und zwischen Brücke und Hypophyse, die Verbindungen der Arachnoidea mit den darunter gelegenen Gebilden völlig fehlen. Anderseits verdichtet sich das areoläre Gewebe hier und da zu einer festen undurchbrochenen Scheidewand, welche den subarachnoidalen Raum in gesonderte Kammern abtheilt. Eine solche Scheidewand zieht sich öfters in frontaler Stellung von den Corp. candicantia zur Arachnoidea herab. Das hydropische Gewebe verdichtet sich auch nach innen, an der Grenze gegen die Nervensubstanz zu einer Membran, die sich von der äusseren dadurch unterscheidet, dass sie die dichten Verzweigungen der Arterien und Venen enthält. Diese Schicht ist die Gefässhaut, Pia mater. Zu den derberen Lamellen des hydropischen Bindegewebes gehört auch das Lig. denticulatum; die Zahl seiner Zacken wechselt zwischen 20 und 23; die oberste befindet sich am Hinterhauptsloch, die unterste zwischen dem letzten Brust- und dem ersten Bauchwirbel. Die Subarachnoidalräume, wegen des nachgewiesenen Zusammenhanges mit Lymphgefässen, mit Lymphräumen zusammenzustellen, hält Henle für missbräuchlich, da der fast rein wässerige Inhalt derselben keine Aehnlichkeit mit Lymphe hat. An der hinteren Spitze des Sinus rhomboideus schliesst sich die Gefässhaut mit einer scharfen Querfalte ab und erhebt sich von beiden Seitenrändern desselben, um sich als Decke frei über ihm auszuspannen. Die hintere Querfalte hüllt den Obex ein; in die Decke, die Tela chorioidea cerebelli, dringt von beiden Seiten mehr oder minder weit der Ponticulus vor. Oefters schliesst sich unmittelbar an die Obexfalte noch eine schmale Brücke der Gefässhaut, in welche ebenfalls einige Nervenfasern einstrahlen. Zwischen dem Obex oder dieser Brücke, wenn sie vorhanden ist, bleibt eine querspaltförmige Lücke, der eigentliche Eingang des vierten Ventrikels (Foramen Magendii Luschka), durch welchen dem subarachnoidalen Serum der Zutritt zum vierten Ventrikel offen steht. An manchen Gehirnen wird diese Lücke etwas verengt durch einen niederen gefässreichen Saum, der sich längs dem hinteren Rand der Ala cinerea von der Obexfalte zur Tela chorioidea erstreckt. Das Foramen Monroi wird wahrscheinlich durch den lateralen Plexus chorioideus, wenn er im bluterfüllten Zustande sich befindet, ausgefüllt.

Betreffs der Textur der weichen Hirnhaut sagt Henle, dass in der äusseren und inneren derberen Schicht die Bündel meist parallel nebeneinander geordnet liegen; in den schmalen Spalten zwischen denselben kommen nur sehr feine elastische Fasern, dagegen häufig, namentlich in älteren Leichen, Pigmentzellen vor. Die Bündel, welche frei den subarachnoidalen Raum durchsetzen, sind von zweierlei Art. Die Einen, es sind vorwiegend die feineren, sind von ring- und spiralförmigen elastischen Fasern umwickelt und erhalten, wenn man sie quellen macht, durch die von diesen Fasern bewirkten Einschnürungen, ein bauchiges Ansehen. Die Anderen haben eine Scheide, welche, wie die Behandlung mit Silberlösung lehrt, aus glatten Epithelzellen besteht, eine Scheide, die sie überhaupt am Aufquellen hindert und nur dadurch, dass sie stellenweise einreisst, unregelmässige hernienartige Ausbuchtungen zu Stande kommen lässt. Henle bemerkt, dass er früher Bündel abgebildet habe, die die umspinnenden Fasern innerhalb der Epithelscheiden zeigen mögen, und will desshalb die Meinung nicht theilen, welche Leber in Betreff der gleichen, die beiden Opticusscheiden verbindenden Bündel ausspricht, dass nämlich die Epithelscheiden, indem sie sich durchlöchern, allmählig in umspinnende Fasern übergehen. Ebenso wenig konnte er, nach erneuten Untersuchungen, die von Schwalbe behauptete Beständigkeit dieser Scheiden zugeben. Die Zellen der subarachnoidalen Bündel gehen auf die Bälkchen über von der inneren Fläche der Arachnoidea, die sie ebenso wie die äussere überziehen. Von den Bälkchen setzen sie sich auf die freien Strecken der Gefässhaut fort, und so lässt sich behaupten, dass ein Epithelium, dem der serösen Häute ähnlich, der Regel nach ebenso den leeren Raum zwischen fibröser Haut und Arachnoidea, wie die Serum erfüllten Lücken des Subarachnoidalraums auskleidet und nur den feineren Bälkchen fehlt, an welchen es durch Spiralfasern ersetzt wird. Die innerste Schichte der Gefässhaut beschreibt Henle nach seiner früheren, zusammen mit Merkel gegebenen Darstellung (s. o.). Ebenso hält er an ihrem, an der Kleinhirnoberfläche geschilderten

---

[1]) Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Bd III. 1871.

Lymphraum fest, der zwischen der Grenzmembran und dem Gehirn liegen und mit den perivasculären Räumen zusammenhängen soll und ferner, dass die Grenzmembran mit dem Kleinhirn durch stiftförmige Fortsätze, welche an die Radialfasern der Retina erinnern, in Verbindung stehe (s. o.).

Bezüglich der Textur zeichnet sich nach HENLE die fibröse Haut des Gehirns und Rückenmarks durch nichts vor den übrigen Gebilden dieser Kategorie aus. Sie besteht aus dicht verwebten Bindegewebsbündeln und feinen elastischen Fasernetzen. An den Stellen, wo die Bekleidung des Schädels in die Fortsätze, Falx und Tentorium, umbiegt, wird die Membran mächtiger und der verflochtene Bau dem unbewaffneten Auge sichtbar; dagegen verdünnen sich die Fortsätze, namentlich die Falx cerebri, in der Nähe des freien Randes bis zu stellenweiser Durchlöcherung und Umwandlung in ein netzförmiges Gewebe. Gegen das Hinterhauptsloch ordnen sich die Bündel mehr parallel und longitudinal und so erhalten sie sich in der fibrösen Hülle des Rückenmarks. Die fibröse Hirnhaut ist an ihrer inneren Oberfläche, die fibröse Haut des Rückenmarks an beiden Oberflächen mit einem einfachen, sehr platten Pflasterepithelium versehen, dessen Kerne durch Essigsäure, dessen Zellengrenzen durch salpetersaure Silberlösung zur Anschauung gebracht werden.

In seinen »Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung der Gewebe» [1] giebt BOLL folgende Darstellung der Structur der Arachnoidea und der subarachnoidalen Balken. Arachnoidea (z. B. des Hammels) stellt keineswegs ein regelloses Gewirre von stärkeren und schwächeren, zu einem Filz verwebten Bindegewebsbündeln dar, sondern es ist an ihr eine typische und regelmässige Anordnung der Bindegewebsbündel auf das deutlichste zu erkennen. Es finden sich in der Fläche der Membran bestimmte Centra, von denen aus nach allen Richtungen die dicht an einander gelagerten Bindegewebsbündel ausstrahlen, wie die Radien eines Kreises. Nur an den Stellen, wo die Peripherien dieser verschiedenen, um die einzelnen Centra angeordneten Faserbezirke sich berühren, findet ein mehr regelloses Gewirre und eine Verfilzung der einzelnen Bindegewebsbündel statt. Die Dicke der so gebildeten Membran ist je nach Thierart und Region verschieden. Beim Kaninchen besteht sie aus nur einer Bündellage. Beim Schaf findet sich über den grossen Hemisphären gleichfalls meist nur eine Lage, an der Gehirnbasis sind aber häufig zwei und mehr Schichten mit verschiedenartigem Faserverlauf. Die innere Grenze der Membran ist absolut nicht mit Sicherheit festzustellen. Allenthalben, an einigen Stellen zahlreicher, an anderen sparsamer lösen sich stärkere und schwächere Bindegewebsbündel los von der Membran; sie durchziehen die einzelnen Abtheilungen des sog. Cavum subarachnoidale und treten herüber zu der dünnen Schicht fibrillären Bindegewebes, der Pia mater, welche die Oberfläche des Gehirns und Rückenmarks unmittelbar überzieht. Untersucht man ein grösseres derartiges Bündel im frischen Zustande in irgend einer indifferenten Flüssigkeit, so sieht man einen derben Strang fibrillären, lockigen Bindegewebes von nahezu constanten Breitendimensionen. Durch Carminfärbung, namentlich wenn der Essigsäuregehalt der Carminlösung kein allzu grosser war, gelingt es leicht, an fast allen gröberen Bindegewebsbündeln die Existenz einer von der centralen Masse des Bündels gesonderten Scheide zu demonstriren, die allerdings in der Mehrzahl der Fälle dem Bündel unmittelbar anliegt, an vielen Stellen jedoch sich abhebt und so einen Zwischenraum zwischen ihrem Contour und dem des Bündels herstellt. Diese Scheide ist nur an wenigen Stellen structurlos. Sie zeigt nämlich fast allenthalben Streifen und Fasersysteme, die meist auf der Längsrichtung der Bündel senkrecht stehen, an einigen Stellen sehr energisch ausgesprochen sind, an anderen aber äusserst zart. Nicht selten entdeckt man an den Scheiden Kerne, welche die Knotenpunkte bilden, von denen aus die beschriebenen Fasersysteme strahlenförmig nach verschiedenen Richtungen divergiren. Die Scheide ist aus kernhaltigen, sternförmigen Zellen zusammengesetzt. Die sich mit einander verbindenden Fortsätze derselben stellen verdickte Streifen und Rippen in einer continuirlichen Membran dar. Eine scharfe Grenze zwischen diesen Rippen, diesen verdickten Streifen und der Grundsubstanz ist nicht zu ziehen: beide bilden eine wirkliche histologische Einheit. Die Scheide ist also ein Gewebe von ungleicher Stärke und Resistenzfähigkeit, und es erklären sich daraus auf das einfachste die durch Essigsäurebehandlung entstehenden Veränderungen. Die Einschnürungen werden nicht bedingt dadurch, dass eine structurlose, homogene Scheide einreisst und in der ganzen Circumferenz Continuitätstrennungen erleidet, sondern vielmehr dadurch, dass eine »differenzirte, structurirte, verschieden derb gewebte Scheide nach Maasgabe ihrer Resistenzfähigkeit an verschiedenen Stellen ihrem quellenden Inhalte auch einen verschiedenen Wiederstand entgegensetzt».

[1] Archiv f. mikroskop. Anat. Bd 7. 1871.

Boll will es doch »keineswegs für unmöglich halten, dass an einzelnen Strecken und Stellen der Bindegewebsbündel, wo die Substanz der Scheide an Zellen ärmer ist und nur feinstreifig, ja fast structurlos erscheint», die Einschnürungen gemäss der Luschka—Reichert'schen Auffassungsweise durch Einreissen einer Scheide und Zusammenschnurren ihrer Bruchstücke zu einzelnen Reifen entstehen können. Es kommen nämlich ausserordentlich grosse Schwankungen in Bezug auf die Derbheit und auf den Zellenreichthum vor. An den Bündeln der Basis cranii, besonders an denen feineren Calibers, finden sich »grosse Stellen und ganze längere Strecken, wo der Scheide ausser der Andeutung einer leichten Streifung, kaum irgendwelche Structur abzugewinnen ist und wo die sternförmigen Zellen, aus deren Verschmelzung an andern Stellen die ganze Substanz der Scheide zusammengesetzt erscheint, sehr selten oder fast gar nicht wahrzunehmen sind».

Boll kann aber ebenso wenig »der Ansicht von Rollett direkt widersprechen, welche ein ganz entgegengesetztes Princip zur Erklärung dieser Erscheinungen heranzieht», dass nämlich eine structurlose Scheide an den Bündeln nicht existire, dass dagegen die Einschnürungen durch ein umspinnendes Netzwerk glatter Balken entstehen. Bilder sind, nach Boll, nicht selten, die für ein wenigstens theilweise Durchbrochensein und Fehlen der Scheide zu sprechen scheinen. Ferner kommen Bilder, wenn auch verhältnissmässig recht selten vor, welche dafür zu sprechen scheinen, dass die Zellen der Scheide Fortsätze auch in das Innere des Bündels hineinschicken. Einzelne in der Längsachse der Bündel verlaufende elastische Fasern sind ein fast regelmässiges Vorkommniss. »Nicht selten zeigen diese Fasern eine feine kernhaltige Anschwellung. Sonst sieht man in dem Inneren speciell der feineren Bündel keine Spur einer Zelle oder eines Zellenrestes». Es finden sich auch Bilder, wo eine ziemlich regelmässige, mehr oder minder vollständige Lage von abgeplatteten Zellen die Bindegewebsbündel bekleidet, sowie Uebergänge, die dieses Structurverhältniss mit dem oben geschilderten verknüpfen. Unter Hinweisung auf seine Figuren äussert Boll: »Man überzeugt sich, dass die abgeplatteten polygonalen Zellen, die das Bündel unvollständig bekleiden, nicht etwa als heterogene Elemente auf der structurlosen Scheide aufsitzen, sondern dass sie wirklich integrirende Bestandtheile derselben darstellen und also ganz den sternförmigen Zellen vergleichbar sind. Manche dieser polygonalen Zellen erscheinen an ihren Ecken sogar in deutliche Streifen ausgezogen, die in die Substanz der Haut übergehen». Betreffs solcher Bündel, die eine sehr reichliche Bekleidung von diesen abgeplatteten Zellen zeigen, äussert Boll, dass es sich im einzelnen Falle nie sicher entscheiden lasse, ob die Zellen das Bündel vollständig oder nur unvollständig umhüllen, ob also die fibrilläre Substanz an einzelnen Stellen auch bloss zu Tage liegt. »Doch ist es mir», sagt er, »im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die aus diesen abgeplatteten Zellen zusammengesetzte Hülle nicht immer eine vollständige ist».

Parallel mit der Form der Zellen an den Bindegewebsbündeln schwankt auch der Protoplasmagehalt. Während die rundlichen Zellformen ein deutliches körniges Protoplasma zeigen, ist dasselbe bei den mehr abgeplatteten Formen fast völlig verschwunden und an die Stelle desselben eine klare elastische Platte getreten. Körniges Protoplasma befindet sich indessen noch in ziemlicher Menge an den abgeplatteten Zellen der Bündel der Basis cerebri. Gänzlich oder fast gänzlich ist es verschwunden in den elastischen Platten der Mehrzahl der Bündel am eben angeführten Ort.

An der Pia hat er nicht selten Bündel gefunden, an welchen kleine rundliche grobkörnige protoplasmatische Zellen anhaften, ebenso wie Uebergänge von diesen zu den »abgeplatteten polygonalen Zellen» vorkommen, weswegen es schwierig ist zu entscheiden, welche Wanderzellen, welche fixe Endothelzellen sind. Versuche auf dem heizbaren Objecttisch liessen indessen niemals amöboide Bewegungen an den fraglichen Zellen constatiren, so dass diese Frage »noch eine offene» blieb.

Golgi [1]) fand nach Erhärtung von Gehirnstücken in Ueberosmiumsäure (von $^1/_2$—1 %), dass in der That keine perivasculäre Räume im Sinne von His und keine pericelluläre Räume vorhanden sind. In der grauen Hirnrinde sah er eine grosse Anzahl rundlicher, ovaler oder auch sternförmiger selten, anastomosirender Zellen durch das Gewebe zerstreut liegend, von denen nach verschiedenen Richtungen zahlreiche sehr lange, sehr feine und niemals verästelte Fortsätze ausgehen. Die Mehrzahl dieser Fortsätze geht zu den Gefässen (Capillaren oder noch mehr Gefässen mittlerer Dimensionen) und inserirt entweder direct an der Gefässwand (bei den Capillaren) oder an der Lymphscheide (bei den grösseren Gefässen). Am grössten ist der Reichthum an diesen Zellen an der Oberfläche der Gehirnrinde unmittelbar an der Pia mater selbst, wo sie ein eigenes Faserstratum bilden. Dass die Perivascularräume künstlich entstanden seien, wird auch durch die Injection bewiesen. Injicirt man durch den Subarachnoidalraum die Lymph-

[1]) Rivista clinica. Novembre 1871. Hier ist meistentheils das Referat im Centralblatt f. d. med. W. 1872, 25 Maj, N:o 21, benutzt.

gefässe der Pia, so dringt von diesem aus die Flüssigkeit nicht in epicerebrale Lacunen, nicht in die sog. perivasculären Canäle, sondern pflanzt sich in die Gefässscheiden rings um die Gefässe fort. Die epicerebralen Lacunen communiciren also nicht mit den Lymphgefässen der Pia. Die auf der Oberfläche der Hirnwindungen verlaufenden Blutgefässe besitzen eine sehr weite Lymphscheide, zwischen welcher und den Gefässwänden sich sehr häufig weite Lacunen befinden. Von diesen Scheiden aus werden auch die in die Gehirnsubstanz eintretenden Gefässe mit Scheiden bekleidet. An den Abgangsstellen bilden diese Lymphscheiden nicht selten trichterförmige Räume. Ausser durch die Gefässe steht die Substanz der Pia mater mit der Oberfläche der Hirnrinde auch noch durch zahlreiche feine Fäden in Verbindung, von denen es schwer zu unterscheiden ist, ob sie zu der oberflächlichen Schicht der Hirnrinde oder zur Pia mater gehören. Auch am Kleinhirn wird der Abschluss gegen die Pia von einem einfachen Lager abgeplatteter, leicht isolirbarer Bindegewebszellen mit zahlreichen feinen Fortsätzen gebildet, die in die Substanz der Windungen eindringen. Auf Durchschnitten durch die Kleinhirnrinde bedingt eben der Durchschnitt der aus den horizontalen Fasern verwebten Schicht eine glänzende Linie, die von Henle und Merkel als der optische Ausdruck einer besonderen Membran aufgefasst worden ist. Die vertical in die Hirnsubstanz eindringenden zahlreichen Fasern sind die früher beschriebenen sog. Stütz- oder Radialfasern. Die von Henle und Merkel zwischen ihrer Grenzmembran und Hirnrinde beschriebenen Lymphräume sind nur ein Product der durch Erhärtung entstandenen Retraction des Gehirngewebes, wie auch die Injectionen bestätigen. Seine Ansichten stimmten also sehr mit den unsrigen überein.

Paschkewicz [1]) konnte in der Dura drei Schichten, zwei äussere ziemlich dicke, eine innere dünne wiederfinden. Durch Silberbehandlung erhielt er an ihrer Innenfläche ein polygonales (vielleicht doppelschichtiges) Epithel mit Stomata. Betreffs der Blutgefässe fand er zwei Capillarnetze, ein mehr oberflächliches und ein tiefes, unmittelbar unter dem Epithel im inneren Blatte liegendes; beide Netze communicirten mit einander und mit den Venen der Aussenfläche. Das innere Netz stand nicht in offener Verbindung mit dem Subduralraum. Als Lymphgefässe fasste er durch Silberbehandlung erhaltene Canäle und die Blutgefässe begleitende und sie umflechtende Räume auf; das ganze System soll auf der Innenfläche durch Spalten in den Subduralraum münden, andererseits höchst wahrscheinlich mit Venensinus in Verbindung stehen. Grössere Lymphgefässe gelang es ihm nicht zu finden.

In unseren »Studien zur Anatomie des Nervensystems» [2]) beschrieben wir im Allgemeinen die gröbere Anordnung der Arachnoidea und des Subarachnoidalgewebes des Rückenmarks, ihr Verhalten zu den Nervenwurzeln, das Septum posticum, das Ligamentum denticulatum u. s. w. Da aber diese Darstellung unten im Texte in derselben Weise, nur noch ausführlicher gegeben wird, glauben wir uns nicht, sie hier referiren zu müssen, sondern verweisen auf die unten gelieferte Schilderung. In Betreff aber des feineren Baues der Rückenmarkshäute möchten wir indessen einige Punkte aus unserer Beschreibung hier hervorheben. Die freien Subarachnoidalbalken, welche je für sich aus einem Bündel feiner Fibrillen bestehen, sind sowohl die gröberen als die feineren alle von einer vollständigen, dünnen Scheide umgeben, welche entweder mehr dicht oder mehr lose das Bündel umschliesst. Diese Scheide ist ziemlich homogen, gewöhnlich aber eingestreute Körnchen zeigend. In gewissen Abständen liegen in der Scheide selbst ovale Kerne. Diese Kerne sind von Körnchen in grösserer Menge, aber in äusserst dünner Schicht umgeben. Die Körnchenzone wird durch Anilin stärker gefärbt und hat in Allem ein mehr protoplasmatisches Aussehen als die übrige Scheide. Ein Theil der Körnchen sowohl hier als auch sonst an der Scheide sind etwas grösser und glänzender. Diese Scheide ist sehr vergänglich; oft sieht man zersprengte, nur schwer erkenntliche Reste derselben den Bündeln anhaften. Wenn die Bündel schwellen, können ringförmige oder anders gestaltete Partien der Scheide Einschnürungen derselben verursachen. Die fragliche Scheide um die Balken ist eine wirkliche Zellenscheide von äusserst dünnen Zellen, den von uns sog. »Häutchenzellen», gebildet. Mit Silberfärbung kann man die Contouren der Zellen darstellen. Im Umkreise der gröberen Balken findet sich immer mehr als eine Zelle; es giebt aber auch feine Balken, deren Scheide in weiten Strecken nur von einer einzigen Zelle gebildet, aber doch immer vollständig ist.

Die Balken gehen mit einander zahlreiche verschiedenartige Verbindungen, von einzelnen zerstreuten Vereinigungsbälkchen bis zu vollständigen, mehr oder weniger dichten Balkennetzen, ein. Dabei entsteht an den Knotenpunkten der Balken in den Netzen theils eine Flechtung, theils geschieht ein wirklicher Austausch ihrer Fibrillen, und die Zellenscheiden breiten sich zu äusserst dünnen, hautähnlichen Gebilden in den Winkeln zwischen den Balken, sowie über die Lücken zwischen ihnen aus. Ein solches Balkennetz mit hautartigen Bildungen geht hie und da in eine mehr weniger durchbrochene oder sogar vollständige Membran über, dadurch dass äusserst dünne

[1]) Petersburg. med. Zeitschr. 1871. [2]) Axel Key och Gustaf Retzius. Nord. Med. Arkiv. Bd IV. N:r 21 och 25. 1872. Ins Deutsche übersetzt in »Archiv f. mikrosk. Anatomie.» Bd IX. 1873.

Zellen in vollem Zusammenhang mit den Balkenscheiden sich über sämmtliche Lücken ausspannen. Man erhält also das Häutchen aus zwei Lagen ausserordentlich dünner Zellen gebildet, zwischen welchen Lagen Fibrillenbündel in netzförmiger Anordnung verlaufen. Mit Silberfärbung bekommt man die Zellengrenzen scharf markirt. In diesen Verhältnissen liegt eigentlich der Schlüssel für die Lösung vieler der am meisten verwickelten Punkte der Bindegewebsfrage, ja man hat hier den Prototypus der Balken- und Häutchenbildung des Bindegewebes, und diese letztere ist viel allgemeiner als man angenommen hat.

Nach demselben Plan ist auch die äussere Begrenzungshaut, die eigentliche Arachnoidea, gebaut. Sie besteht aus Balkennetzen, gewöhnlich in mehreren Schichten, welche sich reichlich, mit netzförmiger Anordnung der Balken, verbinden. Die Lücken werden von Häutchenzellen mehr oder weniger ausgefüllt. Die innersten Schichten sind nach Art eines durchbrochenen einfachen Häutchens gebildet. Im Boden ihrer Lücken findet man eine tiefere Schicht mit ihren Häutchenzellen. An der äusseren Fläche ist die Arachnoidea von einer zusammenhängenden Lage solcher Zellen überzogen. Bisweilen ist die ganze Membran nur von einem Paar Balkenschichten mit ihren doppelten Zellenhäutchen gebildet. Die Subarachnoidalbalken gehen direct in die Arachnoidea über und breiten sich darin aus, diese Membran dadurch stellenweise verstärkend, während ihre Scheiden in die Zellenhäutchen selbst übergehen. In den Subarachnoidalräumen sind Nerven und Gefässe aufgehängt oder an der Innenseite der Arachnoidea und der Oberfläche der Pia durch mehr oder weniger durchbrochene, bisweilen wirklichen Spinnennetzen ähnelnde Häutchen angeheftet. Oft sieht man in den Balken elastische Fasern in der Scheide verlaufen. Blutgefässe gehen in langer Strecke in den Balken eingeschlossen, gewöhnlich dicht umschlossen von einem fibrillären Bindegewebshäutchen, und dies ist auswendig von einem, mit dem Silberreagenz eine schöne Zellenzeichnung gebenden Zellenhäutchen umgeben; hie und da setzen sich an diese frei im serösen Raume laufenden Blutgefässe Bindegewebsbalken an, welche das Gefäss an den umgebenden Theilen befestigen. Hie und da findet man auch Nervenfasern in kürzerer oder längerer Strecke ihren Weg durch die Subarachnoidalbalken nehmen. Rings um die Pia spinalis finden sich ausser den frei in den Subarachnoidalräumen verlaufenden und an ihr sich ansetzenden Häutchen und Balken noch andere umspinnende Membranen und Balkennetze, in welchen die gröberen Gefässe angeheftet liegen. Von allen diesen Bildungen laufen dann zahlreiche Balken in die Pia hinein, und die Grenze ist oft schwer zu bestimmen. Doch markiren sich, als die Pia selbst ausmachend, mehr oder weniger deutlich zwei Lagen, von welchen die innere bei verschiedenen Thieren sich ziemlich gleich bleibt, während die äussere sehr an Mächtigkeit wechselt. Die äussere wird von longitudinal und ziemlich parallel verlaufenden, mehr oder weniger groben, fibrillären Bindegewebsbündeln und dünnen fibrillären Häutchen gebildet. Sie ist von einem äusserst dünnen, schwach körnigen durch Silberbehandlung eine schöne Endothelzeichnung zeigenden, kernführenden Zellenhäutchen überzogen, welches den aus der Arachnoidea und dem Subarachnoidalgewebe geschilderten ähnlich ist. In inniger Verbindung mit dem Zellenhäutchen, an ihrer unteren Fläche, findet man hier ein sehr interessantes elastisches Fasernetz. Ausser den genannten Balken und Häutchen geht in die äussere Pialage auch das Ligamentum denticulatum über. Dies ist durch und durch cribrirt und aus gröberen und feineren, in mehreren Schichten liegenden Bindegewebsbalken gebildet, welche von Zellenscheiden umgeben sind, die sich hie und da zu Membranen in den Lücken zwischen den Bündeln ausspannen. Einerseits gehen die Bündel am Rückenmark in die äussere longitudinale Pialage, sich darin ausbreitend, über, andererseits sammeln sie sich am freien Rande zu dem gröberen Randstrang, von welchem die von Balken gebauten Zacken auslaufen, eine räumliche trichterförmige Hülle von der Arachnoidea erhaltend und direct in die Bindegewebsbündel und Lamellen der Dura übergehend.

Die innere Lage der Pia, die von uns sog. Intima piæ, ist eine sehr dünne, feste und gut begrenzte Haut, die sich vom Rückenmark sehr leicht ablöst und aus drei Schichten zusammengesetzt ist. Die äusserste derselben ist ein Zellenhäutchen mit einem mehr elastischen, im Allgemeinen longitudinalen, äusserst feinen Fasernetze; nach Wegfallen der Zellen bleibt hier ein äusserst dünnes, fast homogenes Häutchen mit einem elastischen Netz zurück. Unter diesem Häutchen findet sich eine Mittelschicht mit steifen, stark glänzenden, hauptsächlich circulären, in der Regel einander rautenförmig kreuzenden Fasern. An ihrer Innenseite werden wieder diese Fasern von einem äusserst dünnen, nach dem Rückenmark hin abschliessenden Zellenhäutchen bekleidet, welches ebenfalls mit einem feinen elastischen Netz, nach der circulären Schicht zu, versehen ist.

Diese Intima piæ ist mit dem Rückenmark durch eine dünne Flächenschicht von Neuroglia lose vereinigt, aber doch so innig, dass kein freier Zwischenraum (His, Epispinalraum) hier vorhanden ist. Die Neuroglia befestigt sich, ohne Modification ihres Gewebes zu erleiden, an der gegen sie übrigens scharf und gut als Haut begrenzten

Intima piæ, und die steifen Fasern ihrer Mittelschicht treten keineswegs in die Neuroglia hinein. Mit den ins Rückenmark eintretenden Gefässen senken sich wie am Gehirn trichterförmige, oft steife Fasern aus der Mittelschicht enthaltende Fortsetzungen der Intima piæ hinein und gehen in die die Gefässe mehr oder weniger lose umgebende Adventitialscheide über. In die Fissuren des Rückenmarks senkt sich nicht nur die Intima piæ, sondern auch Balken und Häutchen vom äusseren longitudinalen Piastratum, welche also hier den mittleren Theil bilden und die Blutgefässe zwischen sich enthalten.

Bei Injectionen in die Subarachnoidalräume des Rückenmarks füllen sich zuerst diese, sowie die des Gehirns, dann dringt die Masse auch in die äussere, longitudinale Pialage, zwischen ihre von Häutchenzellen überzogenen Balken und Häutchen. Die Intima piæ bildet allein überall eine Barriere zwischen der Masse und dem Rückenmark, in die Fissuren geht die Masse auch auf ganz dieselbe Weise in die eindringenden Piaverlängerungen ein, aber die Intima trennt sie auch hier an den Seiten von dem Rückenmark ab. Durch die geschilderten Piatrichter rinnt die Flüssigkeit in die Gefässscheiden und läuft mit ihnen in das Rückenmark fort. Nie geht die Masse bei diesen Injectionen zwischen die Intima piæ und das Rückenmark oder zwischen den Gefässscheiden und dem Rückenmark hinaus. Ein Epispinalraum im Sinne von His ist nicht vorhanden; ebensowenig andere perivasculäre Räume als die von der Adventitia gebildeten. Ueber das nähere Verhalten der Arachnoidea zu den austretenden Nerven wird bei der Beschreibung des peripherischen Nervensystems berichtet. Hier soll nur hervorgehoben werden, dass wir dieselbe sowie auch ein den subarachnoidalen Häutchen und Balken ganz ähnliches Gewebe bis in die spinalen Ganglien verfolgt haben, ungefähr wie am Opticus. Hiermit stimmen auch die Injectionen überein.

Quincke [1]) injicirte bei lebenden Hunden eine Zinnoberemulsion in geringer Quantität (etwa 1 C.c.) in die Subarachnoidal- und Arachnoidalräume des Rückenmarks und Gehirns. Nach dem Tode des Thieres, der zwischen einem oder einigen Tagen bis Wochen oder Monate eintraf, suchte er durch die da vorhandene Verbreitung des Zinnobers die Communication, die Abflusswege und die Richtung des normalen Flüssigkeitsstromes kennen zu lernen. Am Gehirn wird die Arachnoidea durch eine capillare Flüssigkeitsschicht von der Dura getrennt; am Rückenmark liegt sie derselben so dicht an, dass die Injection eigentlich nur in den Subarachnoidalraum gelingt. Von diesem Raum aus war in den meisten Fällen der Zinnober bis zur Schädelhöhle vorgedrungen und hatte sich vorzugsweise an der Basis des Gehirns angehäuft. Ausserdem wurde er an sämmtlichen Hirn- und Rückenmarksnerven, soweit dieselben in der Cerebrospinalhöhle verliefen, gefunden. In einer Anzahl von Fällen drang der Zinnober aber noch über den Bereich der Cerebrospinalhöhle hinaus. So erschien er in etwa der Hälfte der Versuche an den Intercostalnerven bis zum Abgang der Rami communicantes zum Sympathicus oder selbst noch einige Millimeter darüber hinaus. An den Lumbarnerven war er in mehreren Fällen bis in den Bereich des Plexus lumbalis zwischen den Ursprüngen des Psoas, sowie bis zum Plexus ischiadicus jenseits seines Eintritts in die Beckenhöhle zu verfolgen. Von den Hirnnerven war der Olfactorius nicht über die Siebplatte hinaus von Zinnober begleitet; anders verhielt sich der Opticus, welcher constant in seiner Scheide Zinnober führte, und wo derselbe dicht vor seinem Eintritt in den Bulbus angehäuft war. Das Ganglion des Trigeminus befand sich auch meist zinnobergefärbt. Bis über die Knochencanäle hinaus konnte an den Hirnnerven (mit Ausnahme des Opticus) niemals Zinnober nachgewiesen werden. Im Labyrinth fand er sich einmal (unter fünf untersuchten), und zwar in der Scala tympani der Schnecke. In der Mehrzahl der Fälle wurde der Farbstoff in der Arachnoidalscheide der Carotis an ihrer Austrittstelle aus dem Sinus cavernosus gefunden, sowie in der Rindensubstanz des hinteren oberen Theils der grossen cervicalen, einigemal auch in den submaxillaren Lymphdrüsen. Die Dura mater war an ihrer Innenfläche stets frei von Zinnober; nie fand er sich in dem von Böhm beschriebenen Gefässnetz, wohl aber an bestimmten Stellen längs der venösen Sinus in den Pacchionischen Granulationen; aus ihnen war er nie in die Venen ausgedrungen. Die Plexus chorioidei waren in der Mehrzahl der Fälle frei von Farbstoff; in zwei Fällen enthielten die Epithelien aller vier Plexus den Farbstoff. In einem Falle lag in der Höhle des vierten Ventrikels ein aus zinnoberhaltigen Lymphkörperchen bestehendes Gerinnsel. Der Zinnober befand sich theils frei, theils in Lymphkörperchen aufgenommen. In der zweiten Reihe von Versuchen wurde die Zinnoberemulsion in die Schädelhöhle gespritzt, und zwar sowohl in den Subarachnoidal- wie in den Arachnoidalraum. Nach wenigen Tagen verschwindet der Zinnober aus dem letzteren »grösstentheils, findet sich aber in den Subarachnoidalräumen und der Pia des Gehirns, gerade wie nach directer Einspritzung in diesen Raum». In der Mehrzahl der Fälle dringt er in die Rückgratshöhle herab.

[1]) Archiv f. Anatomie, Physiologie u. wissensch. Medicin. Jahrg. 1872.

Aus diesen Versuchen schliesst QUINCKE 1. Ein Zusammenhang existirt zwischen den Subarachnoidalräumen des Hirns und Rückenmarks. 2. In der Subarachnoidalflüssigkeit findet während des Lebens eine Strömung sowohl von hinten nach vorn, wie in umgekehrter Richtung statt. Der aufsteigende Strom vom Rückenmark zum Gehirn scheint im Allgemeinen stärker zu sein als der absteigende. 3. Zwischen dem Arachnoidalraum und den Subarachnoidalräumen müssen in der Arachnoidea Communications-Oeffnungen vorhanden sein. Der Flüssigkeitsstrom ist im Leben vorwiegend von dem ersteren nach den letzteren gerichtet. 4. Die Abflusswege der Cerebrospinalflüssigkeit sind die abgehenden Nervenscheiden und die cervicalen Lymphdrüsen. Die Pacchionischen Granulationen können als Filtrationsapparate dienen, welche Flüssigkeit wohl durchlassen mögen, feste Theilchen aber zurückhalten.

Die beständige Bewegung der Flüssigkeit muss die Ausbreitung pathologischer Producte, z. B. bei eitriger Meningitis, begünstigen. QUINCKE erhielt am Opticus nie Bilder, welche unserer Beschreibung eines Subdural- und eines Subarachnoidalraums entsprachen, so dass er unentschieden lässt, ob der Arachnoidalraum (Subduralraum) des Gehirns eine Fortsetzung nach dem Opticus hin entsendet oder dessen Communication dahin nur durch die Subarachnoidalräume vermittelt wird. In der Substanz der äusseren Sehnervenscheide fand er oft Zellen mit Zinnoberkörnchen.

In die Ventrikel hinein kann der Flüssigkeitsstrom dem negativen Befunde der Injectionen zufolge nicht stattfinden, ebensowenig ein abwechselndes Aus- und Einströmen. Wenn aber Zinnoberemulsion direct in die Seitenventrikel lebender Hunde gebracht wurde, gelangte sie in die Subarachnoidalräume hinaus. Offenbar müssen deswegen offene Abflusswege hier existiren. Beim Hunde konnte QUINCKE eine præexistirende, gut begrenzte Oeffnung in der Tela chorioidea posterior nicht finden; die Verbindungswege dürften aber in den Zwischenräumen der Bindegewebszüge der Pia zu suchen sein. Daraus dass die Anordnung der Bindegewebsbündel bei verschiedenen Species und Individuen variirt, dürfte sich die Verschiedenheit in den Angaben der Autoren erklären lassen. Es scheint ein natürlicher Flüssigkeitsstrom von den Seitenventrikeln aus durch den dritten Ventrikel und den Aquæductus Sylvii in den vierten Ventrikel und weiter in das Subarachnoidalgewebe stattzufinden, nicht aber in entgegengesetzter Richtung. Das Magendie'sche Loch ist auch nichts anderes als eine variable, manchmal nicht darstellbare Bindegewebslücke. Auch in der Umgebung der V. magna Galeni, wo das Subarachnoidalgewebe lockrer ist, scheint der Ventrikel mit den Subarachnoidalräumen zu communiciren (nicht zu verwechseln mit dem artificiell entstandenen sog. Bichat'schen Loch).

WOLFRING[1]) fand bei Injectionen vom Arachnoidalraum (Subduralraum) des Gehirns von Kinderleichen aus wohl ein Eindringen der Masse »zwischen beiden Sehnervenscheiden», nicht aber bis in die innere Scheide und zwischen die Bündel des Sehnerven. Bei directer Injection zwischen die beiden Scheiden füllte sich der Zwischenraum schnell an. WOLFRING umwickelte den Sehnerven mit dichten Faserwindungen, um die grosse Anschwellung der äusseren Scheide zu verhindern. Bei nachheriger Injection drang die Masse in die Substanz der Sclera selbst ein und füllte in derselben eine Art von Gefässring um die Siebplatte herum, von dem aus kleine Stämmchen stellenweise gegen den Nerven sich zu wenden schienen. Bei Einstichinjection in die Nervensubstanz wurden nur negative Resultate erhalten. Dagegen gelang es WOLFRING bei Einstich unmittelbar unter der Oberfläche der inneren Nervenscheide, ein deutliches Netz bestimmt begrenzter Canäle um die Nervenbündel herum und noch ein anderes damit anastomosirendes, nur mehr dichtes Netz in der Siebplatte zu injiciren. Ihre Verbreitung im Nerven entspricht ganz der des Bindegewebes und somit auch der der Blutgefässe. Ein gleiches, ziemlich regelmässiges Netz existirt auch an der inneren Fläche der inneren Sehnervenscheide. Dies communicirt einerseits mit den obigen Netzen, andererseits sammelt es sich in grössere, nach aussen von der Scheide sich öffnende Stämme. In der Siebplatte existiren nur solche Theile des Bindegewebes, welche dem Perineurium des Sehnerven und den darin sich verzweigenden Blutgefässen angehören.

Nach MICHEL[2]) steht, wie seine Injectionsversuche erweisen, am Opticus der »subvaginale» Raum (SCHWALBES) mit dem »supravaginalen» Raume durch spaltförmige Lücken in der äusseren Opticusscheide in Communication, durch die gleichen Lücken in der Sclera mit dem Perichorioidalraum. Letzterer steht durch die perivasculären Räume um die Venæ vorticosæ mit dem Tenonschen Raume in Verbindung. Die Spalten der äusseren Opticusscheide und Sclera sind mit Endothelplatten ausgekleidet und mögen als Bahnen zu betrachten sein, welche der Bewegung der Lymphe zu Gebote stehen. Beim Menschen wurden die Injectionen so gemacht, dass die Canüle in den Raum zwischen äusserer und innerer Opticusscheide eingeführt wurde. Der Perichorioidalraum wurde dabei nicht in toto, sondern nur stellenweise injicirt. Die Färbung der Injectionsflüssigkeit schien nur von einer, sei es der äusseren, inneren,

[1]) Archiv f. Ophthalm. Jahrg. 18. Abth. II. 1872. [2]) Archiv f. Ophthalm. Jahrg. 18. Abth. I. 1872.

oberen oder unteren Seite des Opticus auszugehen, nach der Peripherie des Auges sich allmählig verbreiternd und an Intensität abnehmend. Die Abstufungen in der Weite und Ausdehnung des subvaginalen Raumes sind sehr mannigfaltig. Bald ist er auf der einen Seite des Auges mehr verbreitert als auf der anderen. Bald biegt die äussere Opticusscheide schon um, ehe sie zur Höhe der Ebene der Sclera gelangt ist, bald geht sie bis ungefähr zur Mitte der Ebene desselben und verbindet sich erst dann mit der Sclera. Bei Thieren bildet das obere Ende des subvaginalen Raumes eine ganz schmale Längsspalte, die nach oben vor der Mitte der Dicke der Sclera aufhört. Hier und da tritt eine Injection der Lamina cribrosa, aber immer secundär und nur selten ein. Die äussere Opticusscheide ist aus fest verwebten Bindegewebsfibrillenbündeln zusammengesetzt, welche zwei verschiedene Lagen bilden; die innere besteht aus concentrisch, die äussere aus gerade von hinten nach vorn verlaufenden Bündeln. Die concentrische Lage hört allmählig nach dem Bulbus zu auf, und dann lässt sich die äussere in zwei, drei und endlich vier Blätter spalten. Die Bindegewebsbündel sind platt, von wechselnder Breite und mit platten Zellen besetzt. Ob eine solche Zellenplatte die Fibrillenbündel allseitig umgiebt, konnte Michel nicht entscheiden. Es sind diese Zellen, welche die Lücken der Scheide auskleiden, aber immer nur auf einer Seite. Die Sclera besteht aus wahrem Bindegewebe, dessen Bündel gerade gestreckt, innig verbunden und zu grösseren platten Bändern vereinigt sind, welche der Länge und Quere nach verlaufen. Platte Zellen von derselben Beschaffenheit wie in der äusseren Opticusscheide haften ihnen an, und begrenzen injicirbare Spalten und Lücken, die aber in der Sclera weiter erscheinen. Bei Einstichinjection schiessen längliche, nach allen Richtungen divergirende Figuren aus.

Bei den Injectionen vom Subduralraum des Gehirns aus erhielt auch Michel Füllung der Lymphgefässe und tiefen Lymphdrüsen des Halses, der Lymphgefässe der Geruchschleimhaut, des Labyrinthes. Es schien ihm sogar ein Wechselverhältniss zu bestehen, in der Weise dass eine sehr pralle Füllung der einen Wege die andern nicht injicirt erwarten lässt. So findet man nach Michel beispielsweise die Lymphgefässe der Geruchschleimhaut in bevorzugter Weise prall gefüllt, die tiefen Cervicaldrüsen vollständig von jeglicher Färbung frei, und umgekehrt.

Michel[1]) beschreibt ferner die Blutbahnen der Dura, besonders beim Hunde. Die Arterien verlaufen an der Aussenfläche, dichotomisch sich theilend und von je zwei reichlich verästelten und sinusartige Ausbuchtungen zeigenden Venenstämmen begleitet. Die ziemlich spärliche Capillarendvertheilung findet sich grösstentheils auf der Aussenfläche, weit geringer im Gewebe der Dura selbst. Aber auch an der Innenfläche der Dura findet sich ein äusserst unregelmässiges Capillarnetz, bald mit lymphgefässähnlichen, knotigen Anschwellungen, bald mit zierlich geschlängelten, vielfach communicirenden Verzweigungen versehen. Dies letztere Netz steht mit den Venen der Aussenfläche in Verbindung. Auch bei der prallsten Injection desselben findet sich nie eine Spur der Injectionsmasse im Subduralraum. Bei den Versuchen, die Böhm'schen Befunde zu controlliren, erhielt Michel bei unverletzter Dura nie eine Spur von Milch oder Berlinerblau in den Venen der Dura noch an ihrer Aussenfläche. Der Subduralraum communicirt also nicht mit Gefässen der Dura, speciell nicht mit dem Blutgefässnetz an der Innenfläche. Ein durch die ganze Dicke der Dura aus mit einander communicirenden Spalten bestehendes System steht dagegen mit benannten Raume in Verbindung, sowie mit einer Anzahl grösserer und kleinerer Räume zwischen Dura und Knochen (die »epiduralen» Räume, Michel). Sowohl an der Aussen- als an der Innenfläche der Dura existirt ein Endothelhäutchen, das im ersten Falle die innere Begrenzung der epiduralen Räume, im zweiten als einfache Lage die äussere des Subduralraumes bildet; die Spalten selbst sind mit Endothel ausgekleidet. Das Spaltensystem dient wahrscheinlich zum Durchtritt der Lymphe, die seine Strömung besonders von Aussen nach Innen hat. Bei Injection zwischen Dura und Knochen füllt sich dieses Spaltensystem, und die Flüssigkeit tritt auf der Innenfläche der Dura durch längliche spaltähnliche Oeffnungen aus. Das Duragewebe besteht aus zwei etwa gleich dicken, sich kreuzenden Lagen von vielfach durchflochtenen Bindegewebsfibrillenbündeln (die äussere Lage hat auf jeder Seite der Convexität eine Richtung von vorn aussen nach hinten innen, die innere dagegen eine entgegengesetzte). Michel konnte nicht eine Injection der Duralgefässe mittelst der Pacchionischen Granulationen vom Subduralraum aus erhalten, hat aber dies nicht beim Menschen untersuchen können.

Die Existenz der His'schen perivasculären und epicerebralen Räume wird, wie von uns, später auch von Boll[2]) bestritten. Die adventitiellen Lymphscheiden der Hirngefässe und ihren trichterförmigen Ursprung aus der Pia beschreibt er etwa in derselben Weise wie wir (s. o. S. 41, 42, 1870). Er weicht aber von uns darin ab, dass er die Aussenseite der Adventitia der Gefässe als durch die von ihm sog. Deiters'schen Zellen verschiedener Form stets bedeckt und

[1]) Arbeiten aus der physiol. Anstalt zu Leipzig. 7:ter Jahrg. (1872). Leipzig 1873. [2]) Archiv f. Psychiatrie und Nervenkrankheiten. Bd IV. Berlin 1873.

mehr oder minder vollständig überzogen beschreibt, »durch deren Fortsätze das characteristisch rauhe Aussehen der wie mit Zotten bedeckten Oberfläche der Gefässe einzig und allein bedingt wird». Unter den verschiedenen Formen dieser Zellen findet sich sehr häufig die von Boll als »Pinselzellen» bezeichneten. Der Gefässwand ansitzend »ist der 'Pinsel' flächenförmig ausgebreitet (ganz analog, wie M. Schultze die Verbreiterung der Müller'schen Fasern der Retina an der Membrana limitans interna schildert) und bedeckt mit seiner so verbreiterten Basis die Aussenwand des Gefässes; der 'Stiel' der Pinselzelle ragt frei nach aussen und erscheint so als zottenartige Hervorragung. Neben dieser als der häufigsten Form kommen jedoch noch zahllose andere Verhältnisse und Formen vor, die stets das Gemeinsame haben, dass irgend welche Fortsätze irgend einer dem Formenkreise der Deiters'schen Zellen angehörigen und aussen dem Gefässstämmchen gleichsam angeklebten Zelle als derartige Rauhigkeiten und zottenartige Hervorragungen imponiren». Bei der durch Erhärtung eintretenden Schrumpfung und Retraction der Gehirnsubstanz werden die so entstandenen perivasculären Räume von dabei aus der moleculären Masse des Gehirnparenchyms herausgezogenen, am Gefäss befestigten Deiters'schen Zellen wie von einzelnen Querbalken durchzogen. Am Kleinhirn, wo kein »epicerebellarer» Raum vorhanden ist, wird die sog. Grenzmembran der Pia gegen die Hirnrinde ebenso einzig und allein aus Deiters'schen Zellen, und zwar Pinselzellen, zusammengesetzt; dies geschieht in der Weise, »dass die 'Pinsel' flachgedrückt alle in einer Ebene liegen und ein feinstes Fasergewirr darstellen, derart, dass stets von einem Centrum die feinen Fibrillen einer Deiters'schen Zelle allseitig ausstrahlen und sich allseitig mit den von den benachbarten Zellen ausgehenden Fibrillen verwirren und verfilzen. Da diese ganze so verwickelte anatomische Anordnung in einer Ebene stattfindet, so wird auf Durchschnitten diese Membran nur als eine einfache doppeltcontourirte, glänzende und feinstreifige dünne Schicht erscheinen». »Die Pia mater liegt in den meisten Fällen unmittelbar dem Contour der Grenzmembran an, ohne dass sich jedoch eine Continuität beider nachweisen liess». Von der Grenzmembran dringen mit dreieckiger Anschwellung und in regelmässiger Weise die als Fasern erscheinenden Stiele der 'Pinselzellen' genau senkrecht in die Substanz der Cerebellumrinde hinein. Die dreieckige Anschwellung, mit der diese Fasern sich zu inseriren scheinen, entspricht dem Körper oder dem Centrum der Deiters'schen Zelle.

Dieser Structurprincip gilt aber zum grossen Theil auch für Cerebrum und Rückenmark. Die äusserste, die Oberfläche der Centralorgane unmittelbar begrenzende Schicht erscheint überall einzig und allein aus Deiters'schen Zellen zusammengesetzt. »Der Abschluss der Rinden gegen die Pia kommt nun im Allgemeinen dadurch zu Stande, dass die Zellen mit ihren Körpern sich dicht zusammenlegen und so ein continuirliches Stratum auf der Oberfläche der Rinden bilden. Dasselbe scheint gegen die Pia mater in den meisten Fällen ganz glatt abgeschlossen, indem die Deiters'schen Zellen mit einer gewissen Regelmässigkeit keinen einzigen Fortsatz nach aussen hin, sondern alle nach der Richtung der Hirnrinde schicken. Es bilden mithin die Körper der Deiters'schen Zellen eine äusserst dünne epithelartig angeordnete Lage auf der freien Fläche der Centralorgane». Ferner äussert Boll mit Hinsicht der regelmässigen Anordnung der in die Kleinhirnrinde eindringenden Fasern d. h. Stiele der Pinselzellen »dass mitunter an einzelnen Abschnitten der Grosshirnrinde oder des Rückenmarks ein annäherndes oder ziemlich genau übereinstimmendes Verhältniss sich herstellt, wie im Cerebellum, d. h. dass sich hier nicht selten eine ganz analoge regelmässige Anordnung pinselförmiger Zellen findet».

Betreffs der »Lymphgefässe der Pia» sagt Boll: »Ich muss mit Schwalbe behaupten, dass von den subarachnoidalen Räumen aus eine Füllung der Lymphgefässe der Pia niemals gelingt, und dass daher der von Golgi für die Injectionsmasse supponirte Umweg durch die subarachnoidalen Räume als eine normale Communication nicht anzusehen ist».

Die Auffassung Leydens[1]) von der Arachnoidea spinalis geht in dieselbe Richtung wie die Virchow'sche, sie ist aber noch mehr precisirt. »Im strengsten Sinne lässt sich», sagt er, »eine besondere Haut zwischen Dura und Pia wohl nicht isoliren. Indessen wird von Kölliker und auch von Henle in gewissem Sinne eine Arachnoidea zugelassen. Ihr äusseres (periostales[2]) Blatt besteht freilich nur aus einer Epithellage, welche der Innenfläche der Dura unmittelbar anliegt, gelegentlich wohl an kleinen Strecken sich als gesondertes dünnes Häutchen abheben lässt. Das Innenblatt der Arachnoidea liegt der Pia genau an und geht in dieselbe über. Zwischen den beiden Blättern sind eine grosse Anzahl feiner, lockerer Bindegewebszüge ausgespannt, welche die Spinalflüssigkeit durchsetzen, besonders zur Scheide der Nervenwurzeln beitragen, so dass Henle die Arachnoidea als ein wassersüchtiges Gewebe bezeichnet, welches sich nach aussen und innen zu verdichtet und somit unmittelbar an Dura und Pia anlegt».

---

[1]) Klinik der Rückenmarkskrankheiten. Bd I. Berlin 1874. [2]) Soll wohl »parietales» heissen.

»In dem eben beschriebenen, locker-maschigen Bindegewebe zwischen Dura und Pia, dem subarachnoidalen Bindegewebe der älteren Autoren, befindet sich eine Flüssigkeit (Liquor (cerebro-) spinalis), welche mit einer eben solchen im Arachnoidal- und Subarachnoidalgewebe des Gehirns befindlichen communicirt und mit ihr zusammen als Cerebrospinalflüssigkeit oder Cotugno'sche Flüssigkeit bekannt ist». »Sie befindet sich in dem lockeren zwischen Dura und Pia gelegenen Bindegewebe (Henle), welches man bisher als subarachnoidales Gewebe bezeichnet. Hinsichtlich ihrer Communication mit den Hirnventrikeln, so wird dieselbe gegenwärtig ziemlich allgemein als wirklich bestehend angenommen».

Frey [1]) schildert die Subarachnoidalräume des Gehirns und Rückenmarks als »mehr oder weniger in Communication» stehend. »Die beiden Zugänge zum Höhlensysteme des Gehirns, die hintere und vordere Querspalte, werden durch die vorgespannte Pia mater geschlossen (Telæ chorioideæ)». Die Pia mater besitzt reichlich entwickelte lymphatische Canäle. Unter der Pia mater, sowohl derjenigen des Rückenmarks wie Gehirns, existirt kein Hohlraum. »Die von His behaupteten 'epispinalen' und 'epizerebralen' Räume sind Kunstproducte. Wir stehen nach eigenen Erfahrungen nicht im mindesten an, diesen Ausspruch von Key und Retzius für vollkommen richtig zu erklären». Nach Frey steht auch das perivasculäre Gefässsystem von His »auf schwachen Füssen»; nach eigenen neueren Beobachtungen war er schon 1870 sehr geneigt sich der Ansicht anzuschliessen, dass es nur ein Artefact sei. Ebensowenig, äussert er nun, giebt es einen »perivasculären Gefässraum, d. h. eine Lücke zwischen der Adventitialhaut und der angrenzenden Neuroglia». Die Dura mater ist an Lymphbahnen sehr reich. »Sie laufen theils über die Blutgefässe weg, theils scheiden sie die letzteren ein. Eine Ausmündung in den Raum zwischen Dura und Arachnoidea ist sehr wahrscheinlich».

In Betreff der Frage vom Zusammenhang der Hirnventrikel mit den Subarachnoidalräumen haben wir [2]) Mittheilungen über unsere Untersuchungen in dieser Richtung gemacht. Das hintere, hinter dem Lig. denticulatum befindliche Subarachnoidalspatium des Rückenmarks, geht unmittelbar unter schneller Erweiterung in eine grosse Cisterne an der Basis des Gehirns über. Die Arachnoidea liegt also frei über die Vallecula und, seitwärts von derselben, über einen grossen Theil der unteren Fläche der Kleinhirnhemisphären. Spärliche, lange Subarachnoidalbalken laufen zwischen ihr und der Pia der betreff. Gehirntheile. In dieser Ausdehnung befindet sich hier die grosse Cisterne, die von uns sogenannte Cisterna magna cerebello-medullaris. Nach vorn setzt sie sich bis zum vorderen Rande des Kleinhirns fort, mit der Grenze dicht nach aussen vom Flocculus. Sie geht weiter über den Flocculus hinweg und breitet sich um die Medulla und den Pons aus. Die Tonsillen befinden sich in ihr, zwischen ihnen nimmt sie die ganze Vallecula ein, ihr Inhalt bespült den Vermis inferior, die hintere Fläche der Medulla und die untere Wand des vierten Ventrikels. Der Raum zwischen den Tonsillen, der Medulla und der unteren Wand des vierten Ventrikels ist von ziemlich zahlreichen feinen, leicht zerspringenden Subarachnoidalbälkchen durchzogen. Es gelingt doch ohne besondere Schwierigkeit das Gehirn so herauszunehmen, dass dieses Balkenwerk vollständig beibehalten wird. Hebt man dann die Medulla vom kleinen Gehirn ein wenig, so kann man ohne weitere Zerreissung dieses Balkenwerks und ohne etwaige Verletzung der Ventrikelwand einen Blick auf die von Magendie beschriebene Oeffnung an der Spitze des Calamus Scriptorius und durch dieselbe in den vierten Ventrikel hinein erhalten. Diese Oeffnung ist im Allgemeinen rundlich, rundlich-oval oder rautenförmig mit abgerundeten Ecken. Sie ist von wechselnder Grösse, misst im gespannten Zustand gewöhnlich etwa 5 Mm. in der Breite und etwas mehr in der Höhe, ist aber nicht selten 6 Mm. breit und bis 8 Mm. hoch oder noch mehr. Die beiden seitlichen Ränder derselben bildet die Tela chorioidea inferior, welche die untere Wand des vierten Ventrikels ausmacht, hier aber am Calamus die fragliche Oeffnung frei lässt. Von diesen Seitenrändern läuft entweder ein feines Gebräme über den Rand der Calamusspitze (zum Obex) hinab; oder auch geht die Tela chorioidea von der Medulla erst in einiger Entfernung vom Obex aus, wobei die Begrenzung der Oeffnung eine kleine Strecke von den Rändern der Fasciculi graciles gebildet wird. Den oberen Rand der Oeffnung bildet auch die Tela chorioidea, aber in eigenthümlicher Weise. Von ihr biegt sich nämlich ein triangulärer, spitzig ausgezogener Zipfel, oder wie man auch sagen kann eine zungenförmige Verlängerung, welche anfangs gewöhnlich etwas concav, d. h. rinnenförmig ist, später immer mehr sich abflacht, indem sie in der Breite sich verschmälert und an der unteren Fläche des Vermis inferior am Boden der Vallecula sich anlegt. Diese zungenförmige Verlängerung befestigt sich hauptsächlich an der Uvula, geht aber nicht selten mehr oder weniger

[1]) Handbuch der Histologie und Histochemie des Menschen. 2 Hälfte. Leipzig 1874. [2]) Axel Key och Gustaf Retzius: Nord. Med. Arkiv. Bd VI. N:r 5. 1874.

weit an der Pyramis inferior fort. Sie ist mit der Pia des Vermis innig verwachsen, recht oft aber bilden ihre Ränder freie Gebräme, welche durch feine, nach die Tonsillen verlaufende Bälkchen nach den Seiten hin ausgespannt sind. Bisweilen breitet sich diese Bildung seitlich mehr aus, so dass das Häutchen sogar etwas auf die inneren Flächen der Tonsillen steigen kann. Auf dieser zungenförmigen Verlängerung der Tela chorioidea beginnen die Plexus chorioidei ventriculi quarti, ein auf jeder Seite und 1 oder ein Paar Mm. von einander entfernt. Sie nehmen allmählig an Breite zu und gehen durch das Foramen Magendii am oberen hinteren Rand desselben in den vierten Ventrikel hinein. Sie schiessen also ein wenig in das Lumen der Oeffnung aus. Sonst sind die Seitenränder derselben gewöhnlich scharf und eben. Von der nächsten Umgebung der Oeffnung gehen oft Balken nach den Tonsillen zu aus; sie tragen dazu bei, dieselbe offen zu halten. Der Rand selbst ist auch oft durch Balkenzüge verstärkt. Oft liegen die Arteriæ cerebelli posteriores an den Rändern der Oeffnung, mehr oder weniger über diese hinausschiessend. Sie sind dann durch ein Balkenwerk an den Rändern befestigt.

Den directen Beweis für die Existenz des Foramen Magendii bildeten für uns indessen die Injectionen. Diese wurden mit erstarrenden Flüssigkeiten (Leim, Paraffin) sowohl von den Subarachnoidalräumen des Rückenmarks als von den Ventrikeln aus gemacht. Die Injectionsmasse wurde in ununterbrochenem Zusammenhang von der Cisterna magna aus durch das Foramen Magendii in den vierten Ventrikel sich fortsetzend gefunden, und dies in allen Stufen des Eindringens; bisweilen schieb sie sich nur als ein langer Propfen durch das Foramen in den Ventrikel hinein. In derselben Weise geschah es bei Injection von den lateralen Ventrikeln aus. Dabei füllte sich schnell das Subarachnoidalgewebe der grossen Hemisphären. Bei der Untersuchung befand sich, dass auch auf diesem Weg die erstarrte Masse durch den Aquæductus Sylvii, den vierten Ventrikel und durch das Foramen Magendii in die Subarachnoidalräume ausgetreten war. Auch bei solchen Injectionen war keine Flüssigkeit in den Subduralraum ausgedrungen. Nur ein Mal fanden wir das Foramen Magendii durch eine dünne Haut geschlossen; diese Haut schien eine unmittelbare Fortsetzung der Tela chorioidea zu sein.

Ausser dem Foramen Magendii giebt es aber constant zwei seitliche Oeffnungen am vierten Ventrikel. Diese, bisher nur von Luschka erwähnt, von Reichert aber verneint, gehen von den lateralen Recessen des Ventrikels aus und münden jederseits hinter den Wurzeln des Nervus glossopharyngeus und vagus, durch welche sie scheinbar bedeckt sind. Um zu verstehen, wie diese Oeffnungen gebildet werden, haben wir die feineren anatomischen Verhältnisse, besonders der hinteren und seitlichen Begrenzung des Ventrikels, näher untersucht. Hier mag indessen nur erwähnt sein, dass nach vorn die seitlichen Recesse nicht vollständig abgeschlossen werden, sondern dass die Wand jederseits mit einem etwas verschieden gestalteten, gewöhnlich aber halbmond- oder sensenförmigen Rande aufhört, der nach innen vom Flocculus ein wenig am Acusticus hinauf steigt und von hier ab bogenförmig und frei nach dem hinteren und äusseren Rande des Flocculus hinüber verläuft; zwischen dem Flocculus und diesem Rande ensteht also jederseits eine halbmondförmige Oeffnung, durch welche der laterale Recess in die Subarachnoidalräume ausmündet. Die Oeffnung wird nach aussen etwas durch den Plexus chorioideus verdrängt, welcher aus dem Inneren des Recesses in den Subarachnoidalraum hinaus tritt. Der bogenförmige Rand der unteren Wand kann auf den Plexus am Flocculus ziemlich dicht anliegen, nie aber sahen wir ihn mit dem Plexus verwachsen, nie fanden wir eine Membran, die vom Rande der Wand sich über das Ende des Plexus ausspannte und an der Umgebung sich befestigte. Von den beiden hinübertretenden Nerven gehen Subarachnoidalbalken zum Velum medullare und den übrigen Umgebungen hinaus; sie bilden aber keine, die Oeffnung schliessende Wandung. Dass die Oeffnungen unter normalen Verhältnissen vorhanden sind, erweisen in entscheidender Weise die Injectionen mit erstarrenden Flüssigkeiten, mögen sie nun von den Subarachnoidalräumen oder von den Ventrikeln aus gemacht werden.

Waldeyer[1]), welcher hauptsächlich die Angaben von Schwalbe sowie auch die von Michel über die Lymphbahnen des Auges und des Sehnerven bestätigt, hat indessen die Arachnoidea optici nicht gesehen und scheint unsere beiden Scheidenräume nicht richtig aufgefasst zu haben. Er sagt: »Die neuesten Untersuchungen von Axel Key und G. Retzius, ferner von H. Schmidt, Michel und Wolfring haben uns noch einen dritten Lymphraum innerhalb der Opticusscheide, neben dem supra- und subvaginalen Raume kennen gelehrt, den ich als perineuralen Lymphraum bezeichnen will. Derselbe liegt zwischen dem inneren Blatte der Vagina nervi optici und dem Nervus opticus selbst. Nach den Angaben von Axel Key und Retzius communicirt er nicht mit dem subduralen, sondern mit dem subarachnoidalen Raume der Schädelhöhle». An einer anderen Stelle äussert er: »An der Scheide des Opticus

1) Handbuch der gesammten Augenheilkunde redigirt von Alfred Græfe und Sæmisch. Bd 1. Th. 1. Leipzig. 1874.

kann man von aussen nach innen zählend drei, bez. vier Lagen unterscheiden: 1. die äussere derbe Scheide, 2. den intervaginalen Lymphraum mit seinem eigenthümlichen Balkennetze (subvaginaler Raum SCHWALBE), 3. die innere Opticusscheide, welche aber wieder in 2 verschiedene Schichten sich zerlegen lässt». Betreffs der Endothelscheiden der Balken im »intervaginalen Lymphraum» sagt er, dass sie keineswegs überall ganz continuirlich sind. Die Sclera anlangend, hat WALDEYER vom Perichorioidalraum aus »bei lange fortgesetzten Injectionen unter hohem Druck» die Saftcanälchen dieser Haut gefüllt. »Hat der Druck bei der Einstichinjection eine gewisse Höhe erreicht, so sieht man vielfach kleine gefärbte Pünctchen auf der äusseren Oberfläche der Sclera erscheinen». Die Saftlücken öffnen sich »in beide grossen Lymphbehälter, in den Perichorioidalraum und in den Tenon'schen Raum».

In seiner letzten Arbeit über den Bau des Sehnerven nimmt SCHWALBE[1]) die Namen Dural- und Arachnoidalscheide des Opticus auf; er nennt ferner die innerste, den Nerven bekleidende Haut, als Fortsetzung der Pia, die Pialscheide des Opticus. Die Räume zwischen ihnen erkennt er auch als Subdural- und Subarachnoidalraum dieses Nerven. In der Nähe des Bulbus findet sich constant eine festere Verlöthung der Subdural- und Subarachnoidalscheide, so dass hier stets nur ein den Subarachnoidalräumen entsprechendes Lückensystem existirt. Es bestehen indessen nach ihm Verschiedenheiten bei verschiedenen Thierspecies. Beim Mensch und Schwein ist unter normalen Verhältnissen der Subduralraum nur ein capillarer Spaltraum, während der Subarachnoidalraum weit ist. Beim Schaf und Ochsen findet sich dagegen ein stark ausgebildeter subduraler und ein sehr schmaler subarachnoidaler Raum. Es gelang SCHWALBE nicht, die beiden Räume getrennt injicirt zu erhalten; stets erfüllte die Masse beide Räume. In Betreff des Baues der Subduralscheide und der Sclera, sowohl als des Zusammenhanges der Scheidenräume des Opticus mit dem supravaginalen und Tenonschen und auch dem Perichorioidalraum stimmen SCHWALBE's Angaben mit seinen vorigen und mit denjenigen von MICHEL überein. Die Arachnoidalscheide beschreibt SCHWALBE als im Bau mit der Arachnoidea des Gehirns und Rückenmarks sehr verwandt. Sie stellt ein sehr dünnes Häutchen dar, dessen Gerüst aus zahlreichen feinen Bündeln fibrillären Bindegewebes besteht, die zu einem höchst zierlichen Netz verflochten sind; dieses Netzwerk schliesst kreisrunde oder ovale Maschenräume ein, welche durch nichts weiter wie durch ein zartes in der Ebene dieser Scheide liegendes Endothelhäutchen ausgefüllt werden, das sich innerhalb der Maschen ausspannt und auf der äusseren Oberfläche auch über die Bälkchen hinweg fortsetzt. Das Endothel zeigt keine deutliche Sonderung in Zellen, sondern zahlreiche ovale Kerne in den Maschenräumen zerstreut. Wahrscheinlich ist es nach SCHWALBE an einzelnen Stellen defect, so dass durch feine Löcher eine Communication beider Räume hergestellt wird. Die äussere Seite steht durch mehr oder weniger zahlreiche feine unverästelte Bälkchen mit der Duralscheide in Verbindung; sie sind stets feiner als die auf der inneren Seite der Arachnoidalscheide entspringenden, sich netzförmig verbindenden Balken. Ihre Verbindung mit der Arachnoidalscheide geschieht in der Weise, dass sie unter pinselförmigem Zerfall in die Bälkchen derselben übergehen. Etwas verwickelter ist die Verbindung der subarachnoidalen Balken mit der Arachnoidalscheide. Sie verschmelzen zuerst zu einzelnen etwas stärkeren Fibrillenbündeln, welche zu 3—8 sich an einander legen und dadurch einen breiten platten complicirt zusammengesetzten Balken auf der Innenseite dieser Scheide bilden, der nicht selten mit mehreren (2—3) Wurzeln von der Arachnoidalscheide entspringt. Aus ihnen entwickeln sich die subvaginalen Balken, die durch ihre zahlreiche Verästelungen und netzförmigen Verbindungen characterisirt sind. Sie sind jetzt von einem dicken Fibrillenbündel gebildet. Sie nehmen von aussen nach innen an Dicke ab, am mächtigsten eben nach ihrem Ursprunge aus der Arachnoidalscheide. Sie sind sämmtlich von einer continuirlichen Endothelscheide überzogen, die sich jedoch schwer in einzelne Plättchen zerlegen lässt; sie stellt vielmehr eine elastische kernhaltige Hülle dar; die Kerne prominiren über die Ebene dieser Membran. Nach Behandlung mit Essigsäure zeigen die Balken ringförmige Einschnürungen, welche auch nach Entfernung des Endothels entstehen: die sog. umspinnenden Fasern, »für die aber immer noch keine genügende Erklärung vorliegt».

Die Pialscheide des Opticus lässt sich in zwei Schichten zerlegen, eine äussere dickere und derbere, meist aus Ringfasern zusammengesetzt und eine innere, aus zarten, lockeren der Längsachse parallel verlaufenden Bindegewebsfibrillen bestehend. Die äusseren sind zu einer festen fibrösen, an elastischen Elementen reichen von Endothel bekleideten Platte verwebt, in welche die subarachnoidalen Balken sich hineinsenken, indem ihre Fibrillen in die Fibrillen der Platte übergehen. Aus der inneren längsfaserigen Schicht der Pialscheide nimmt das von SCHWALBE näher beschriebene Bindegewebsgerüst des Sehnervenstromas seinen Ursprung. Bei Stichinjection im Sehnerven gelang es SCHWALBE ein zierliches Netz, wo eine jede Nervenfaser mit blauen Ringen umgeben ist, zu füllen.

[1]) Handbuch der gesammten Augenheilkunde. Redig. v. ALFRED GRÆFE und SÆMISCH. Bd I. Theil 1. Leipzig 1874.

Bei Stichinjection unter der Pialscheide injicirte er in den den Sehnerven durchsetzenden Bindegewebszügen zahlreiche spaltförmige Räume, andererseits aber die Masse auch frei in capillaren, die Nervenfaserbündel umhüllenden Spalträumen. Ein grösserer Spaltraum lässt sich unter der Pialscheide nachweisen, und soll er dem epicerebralen Raume von His entsprechen. In der Lamina cribrosa füllt sich hierbei auch ein reichliches Netz. Die Injectionsmasse tritt an manchen Stellen durch die Pialscheide in den Subarachnoidalraum hinaus, so dass das ganze System zusammenhängend ist. Ferner gelang es auch Schwalbe beim Einstich unter der Pialscheide Bahnen in der Retina zu injiciren; es füllten sich nämlich dabei die schon von His gefundenen perivasculären Räume um die Capillaren und Venen, sowie auch von der Papilla nervi optici aus in radiärer Richtung die Zwischenräume zwischen den Bündeln der Nervenfasern; endlich wurde dabei auch ein schalenförmiger capillärer Raum zwischen Membrana limitans interna und Hyaloidea injicirt; die Masse dringt auch häufig zwischen Pigmentschicht und Stäbchenschicht ein.

Von dem Netzwerk von Fasern, die oft in verschiedener Richtung und Anzahl die Fibrillenbündel der Subarachnoidalbalken umspinnen, gaben wir [1]) eine Beschreibung, mit besonderer Rücksicht auf das Verhalten derselben zu der diese Balken einhüllenden Zellenscheide. Wenn man frische Balken untersucht, kann man oft nicht die geringste Querstreifung an ihnen wahrnehmen; in anderen Fällen erscheint unmittelbar unter der Balkenscheide eine schwache solche, in anderen aber ist dieselbe so deutlich hervortretend, dass man in ihr wirkliche, mehr oder weniger feine, in verschiedener Anzahl circulär, bisweilen aber auch etwas schief um das Bündel verlaufende Fasern unterscheiden kann. Bei Zusatz von Essigsäure schwellen die Balken schnell an; die schon vorher beobachteten Cirkulärfasern treten schärfer hervor, mehr oder weniger deutliche Einschnürungen an den Balken verursachend. Die umspinnenden Fasern bilden bald Ringe, bald Spirale, bald anastomosirende Netze um die Balken. Sie schwellen nicht merkbar in Essigsäure, stimmen daher mit elastischen Fasern überein. Wenn die Balken Netzwerke und mehr oder weniger durchbrochene Häutchen bilden, können sie auch von derartigen Fasern umsponnen sein. Man findet aber nicht eben selten Balken, die derselben, wenigstens streckenweise, entbehren. In anderen Fällen treten sie durch Essigsäure hervor, obgleich sie vorher nicht wahrnehmbar waren. Nach Erhärtung der frischen Balken in Ueberosmiumsäure werden die umspinnenden Fasern oft etwas deutlicher. Bisweilen sind sie recht grob und zeigen hier und da Ausbreitungen. Die einzelnen von umspinnenden Fasern und Zellenscheiden umgebenen Balken können ausserdem auch, zu dickeren Bündeln vereinigt, von einer gemeinsamen Fibrillenlage und einer derselben äusserlich bekleidenden Zellenscheide umschlossen sein; bisweilen findet man sie von einem verzweigten umsponnenen Balkennetz umgeben.

Ausser diesen von elastischen Fasern umsponnenen Balken kommt aber auch in dem Subarachnoidalgewebe der Basis des grossen und kleinen Gehirns, an der Varolsbrücke und am verlängerten Mark eine andere Art von Balken vor. An diesen Balken sind nämlich die Bündel rings um von einer dicken, hellen und homogenen Masse umgeben, in welcher man körnchenförmige optische Querschnitte feiner, die Bündel in mehr oder weniger zahlreichen Schichten umgebenden Fibrillen wahrnimmt. Wenn man die Oberfläche der Balken betrachtet, sieht man diese Fibrillen als eine dichte Querstreifung. Man kann diese Masse als eine eigenthümliche »Fibrillenscheide» der Balken auffassen. Ihre scharf begrenzte Oberfläche ist mit einer Schicht von Häutchenzellen bekleidet, welche mit einer Protoplasmazone umgebene Kerne haben. Dieses Häutchen löst sich wie gewöhnlich sehr leicht ab. Die Fibrillenscheide ist von sehr wechselnder Dicke, sowohl an verschiedenen Balken als auch an verschiedenen Stellen desselben Balkens. Die Fibrillen gehen gewöhnlich circulär, zuweilen aber spiralig um die Balken, zuweilen sind sie längsgehend. Wenn die eigentlichen elastischen Fasern an demselben Balken vorkommen, liegt die Fibrillenscheide ihnen auswendig an. Bei Essigsäurezusatz hindert die Fibrillenscheide die Anschwellung des Balkens; ihre eigenen Fibrillen schwellen auch nicht, werden aber gewöhnlich ein wenig blasser und undeutlicher. Balken mit Fibrillenscheide bilden theils ganze zusammenhängende Netze, theils finden sie sich auch unter den anderen Bindegewebsbalken, Netze mit ihnen bildend.

In der jüngsten Zeit hat Hitzig [2]) durch Untersuchungen an Hunden sich überzeugt, dass während des Lebens eine nicht geringe Menge von Flüssigkeit im Duralsacke (Subduralraume) vorhanden ist, welche Flüssigkeit indessen nach dem Tode aus diesem Raume verschwindet, indem eine Imbibition in das Gehirn vor sich geht, welche »wesentlich durch den von demselben auf das Wasser ausgeübten Druck bedingt wird».

---

[1]) Axel Key och Gustaf Retzius: Nord. Med. Arkiv. Bd VI. N:r 7, v. 1874. [2]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. Jahrg. 1874. Heft. 3. — Erst während des Druckes unserer Arbeit erschienen.

Der Subduralraum des Gehirns und Rückenmarks.

(Der Arachnoidalraum früherer Autoren).

Historischer Rückblick.

Aeltere Verfasser, wie Galenus, Vesalius u. A., stellten sich, wie wir gesehen haben, vor, dass die Cavität der Membrana dura ein wenig räumlicher wäre als die Gehirnmasse selbst und die Membrana tenuis zusammengenommen, so dass hier also ein Zwischenraum sich befände, und dies eben, um nicht die Pulsation des Gehirns sowie die Ausdehnung und Zusammenziehung der Gefässe der Membrana tenuis zu hindern; am Rückenmark, das nicht pulsirte, wäre dagegen kein solcher Zwischenraum vorhanden. Einen besonderen Inhalt in diesem Raum erwähnen zwar jene Verfasser nicht. Vesalius sah indessen die Membrana tenuis an ihrer äusseren Oberfläche von einer wässrigen Flüssigkeit benetzt. Vieussens hatte bei vielen Leichenöffnungen Wasser bald nur in den Ventrikeln des Gehirns, bald in diesen und unter der Dura mater zugleich gefunden; eben hierdurch entsteht nach ihm der Hydrocephalus. Cotugno, der eigentliche Entdecker der normalen Cerebrospinalflüssigkeit, scheint dieselbe sowohl zu dem Zwischenraum zwischen Arachnoidea und Pia als zu demjenigen zwischen Dura und Arachnoidea zu verlegen. Im Rückenmarkscanal sei ein grosser Zwischenraum zwischen der Dura-materscheide und dem Rückenmark vorhanden; diesen Raum fand Cotugno immer und ganz von Wasser erfüllt; im Schädel selbst waren alle Zwischenräume zwischen dem Gehirn und der Dura mater von Wasser eingenommen. Er nahm an, dass das Wasser durch die Enden der feinen Arterien exsudirt und durch feine inhalirende Venen wieder resorbirt wurde. Durch Experimente hatte er sich überzeugt, dass solche Venenmündungen gerade an der inneren Fläche der Dura vorhanden seien.

Schon bei Soemmering finden wir merkwürdiger Weise die Angabe, dass die Arachnoidea die abgehenden Arterien, Venen und Nerven umhüllt, wonach sie zu der inneren Fläche der Dura übergeht, in der Weise, dass man ihre Fortsetzung dort wahrnehmen kann. Bichat beschrieb, in Uebereinstimmung mit seiner Theorie über die serösen Höhlen im Allgemeinen, den Raum zwischen Dura und Arachnoidea als einen serösen Sack ohne Oeffnung, den übrigen serösen Säcken des Körpers analog. Die Arachnoidea ist nach ihm eine seröse Haut, die an ihrer Oberfläche eine schlüpfrige Flüssigkeit absondert und die in Aehnlichkeit mit anderen serösen Häuten aus zwei Blättern besteht, von denen das eine das eingeschlossene Organ (hier Gehirn und Rückenmark) umhüllt, das andere aber die Aussenwände (hier die Innenfläche der Dura) überzieht. Alle Gefässe und Nerven, welche den Raum durchlaufen, sind von Scheiden der Arachnoidea umgeben; in dieser Weise ist der seröse Sack vollständig geschlossen. Durch einen Canal, welcher rings um die Vena magna Galeni in der Tela chorioidea verläuft, hängt er doch mit dem dritten Ventrikel zusammen. Die Arachnoidea geht durch diesen Canal fort und breitet sich ferner von dessen innerer Mündung in den Ventrikeln als eine seröse Bekleidung derselben aus.

Diese Bichat'sche Auffassung vom Subduralraum oder, wie er gewöhnlich genannt wurde, dem »Arachnoidalsacke», als eine seröse Höhle blieb für lange Zeit die allgemein geltende. Fr. Arnold suchte nur eine Modification in Betreff der Ansichten von der eigentlichen Zusammensetzung des Sackes einzuführen. Er wollte sie nämlich als aus zwei Säcken bestehend ansehen, von welchen am Rückenmark der eine vor, der andere hinter demselben liege, am Gehirn aber der eine an der Basis, der andere um die Wölbung sich befinde und beide untereinander in allen

Zwischenräumen zwischen den austretenden Nerven zusammenhängen. Dagegen wurde die Frage von dem Vorhandensein des nach BICHAT sog. Canalis Bichati oder des Verbindungscanals mit dem dritten Ventrikel ein Gegenstand sehr streitiger Ansichten. BICHAT selbst hatte die innere Mündung seines Canals weder direct wahrnehmen, noch genau die Stelle, wo sie vorhanden sei, angeben können, und dies wollte seinen Nachfolgern auch nicht recht gelingen. Doch wurde die Existenz des Canals von einer Reihe von Verfassern bestätigt (SAVARY, WENZEL, J. F. MECKEL d. j., VAN DEN BRÖCKE, CLOQUET, FR. ARNOLD, C. KRAUSE u. A.), und ARNOLD bildete denselben in seinem ganzen Verlauf an einem Schafhirn ab, während sie von Anderen (GUYOT, MARTIN, SAINTE-ANGE, MAGENDIE, CRUVEILHIER, KÖLLIKER, LUSCHKA, REICHERT, HYRTL u. A.) geleugnet wurde, während noch Andere diese so wichtige Frage unentschieden liessen oder sie mit Stillschweigen übergingen. Verhältnissmässig Wenige scheinen ihre Auffassung auf eigene genaue Untersuchungen gegründet zu haben. Am Eingehendsten hat LUSCHKA die Verhältnisse zu schildern gesucht, welche zur Annahme des fraglichen Canals Anlass gegeben haben.

Da man der Bichat'schen Lehre gemäss den Raum zwischen Dura und Arachnoidea als einen serösen Sack, den Arachnoidalsack, auffasste, war es ja natürlich, dass man auch annehmen sollte, dass dieser Sack, wie andere seröse Säcke, eine Flüssigkeit enthalte, welche unter normalen Verhältnissen zwar in äusserst geringer Menge die Oberflächen benetzend vorhanden sei, die aber unter krankhaften Umständen in hohem Grade vermehrt werden könne — Hydrocephalus externus — (BOYER, BURDACH, CLOQUET u. A.). Die Entdeckung COTUGNOS der eigentlichen, normalmässig reichlich vorkommenden Cerebrospinalflüssigkeit war in Vergessenheit gerathen. MAGENDIE, der Wiederentdecker dieser Flüssigkeit, verlegte sie zwar zu den Subarachnoidalräumen. ECKER, welcher die Ansichten MAGENDIES vertheidigte, leugnete ebenso, dass eine Flüssigkeit während des Lebens in dem eigentlichen Sacke der Arachnoidea vorhanden sei. Dies hinderte indessen nicht Andere (wie VALENTIN und C. KRAUSE) der angeführten Theorie gemäss anzuhnemen, dass die Cerebrospinalflüssigkeit eben in diesem Sack zwischen dem supponirten parietalen und dem visceralen Blatt der Arachnoidea liege. Andere dagegen nahmen an, dass die Cerebrospinalflüssigkeit der äusseren Oberfläche theils im Arachnoidalsacke, theils unter der Arachnoidea sich befinde; man unterschied demgemäss einen Liquor arachnoidalis und einen subarachnoidalis. Indessen begannen allmählig mehr und mehr Einwände gegen die Bichat'sche Auffassung des Subduralraums als eine seröse Höhle mit einem parietalen und einem visceralen Blatt sich zu erheben. Schon MAGENDIE äusserte Zweifel über das Vorhandensein des äusseren, parietalen, die Innenfläche der Dura bekleidenden Blattes der Arachnoidea, obgleich er in seiner Beschreibung nicht mit der doctrinären Auffassung in dieser Beziehung brach. HENLE hat, nach der Angabe von KÖLLIKER, schon gezeigt, dass die Arachnoidea keinen serösen Sack, wie die Pleura und das Pericardium, bildet; es geht aber ganz deutlich aus der Darstellung HENLES in seiner »Allgemeine Anatomie» hervor, dass er damals die eigentliche Arachnoidea des Rückenmarks als ihr äusseres Blatt aufgefasst hat und dass Alles, was er dort über den Zwischenraum zwischen den beiden Blättern der Arachnoidea äussert, also den Subarachnoidalraum und nicht den Arachnoidalsack im Sinne BICHATS, unserem Subduralraum gilt. Diese Verwechselung der Verhältnisse findet man dann, wie auch KÖLLIKER bemerkt, nicht eben selten bei den Verfassern, und sie hat zu mehrfacher Verwirrung Anlass gegeben. BRÜCKE erklärte, dass »willkürlich und nur zur Erleichterung und Abrundung unserer Vorstellungen» die oberflächlichste Schicht der Dura als die auf die Dura zurückgeschlagene Arachnoidea angesehen wird. KÖLLIKER leugnete ganz und gar das Vorhandensein der parietalen Lamelle der Arachnoidea; die Innenfläche der Dura ist nach ihm nur von einem Epithelium überzogen; auch hob er hervor, dass besondere Erkrankungen der Arachnoidea nicht anzunehmen sind. Ebenso wurde die Existenz einer äusseren (parietalen) Lamelle von VIRCHOW, HYRTL u. A. verneint, während unter späteren Verfassern besonders LUSCHKA die entgegengesetzte Ansicht vertheidigte. Am meisten wurde doch die Auffassung des Arachnoidalsackes als eine seröse, den übrigen serösen Höhlen analoge Cavität durch VIRCHOW erschüttert (a. a. O. und in Verhandl. d. phys. med. Gesellsch. in Würzburg 1857. Bd. VII. S. 134) Er sagt: »So schwierig es ist, diese Lehre physiologisch zu begründen, so wenig Grund haben wir, sie pathologisch zu berücksichtigen». »Pathologisch können wir die Arachnoides durchaus nicht den serösen Häuten zurechnen, da jene Neigung zu freien Exsudationen, die wir an allen serösen Häuten so ausgesprochen finden, gerade an ihrem visceralen Blatte fehlt, ja sogar frei von dem Visceralblatte ausgehende Exsudate in den Raum zwischen der harten und weichen Hirnhaut nur ausnahmsweise vorkommen». »Wenn ein transsudativer Zustand an der Arachnoides besteht, so bildet sich ein Oedem in ihr, aber nicht eine freie, über die Oberfläche hinausgehende Exsudation». Er zweifelte im Allgemeinen an dem Vorhandensein einer freien Flüssigkeit in dem genannten Sacke der Arachnoidea, sogar bei den meisten, in der Literatur erwähnten Fällen von Hydrocephalus externus. Ein freier Hydrocephalus externus, wo die Flüssigkeit im Arachnoidalsacke lag, wäre nach ihm immer congenital, bei ursprünglicher Mangel-

haftigkeit, Aplasie des Gehirns vorkommend; er selbst hatte einen solchen nur ein einziges Mal gesehen. Im Spinalcanale nahm indessen Virchow an, dass ganz andere Verhältnisse wie in der Schädelhöhle stattfinden, indem hier überhaupt kein offener Sack existirt, sondern die Arachnoides ein lockeres, maschiges Gewebe bildet, welches sich unmittelbar an die Dura mater und das Rückenmark anlegt. »Es ist daher überhaupt keine einfache Höhle vorhanden, sondern es giebt nur die grossmaschigen Räume der Arachnoides zwischen Dura und Rückenmark. Das, was wir am Gehirn Oedem der Pia mater (Arachnoides) nennen, ist genau dasselbe, was wir am Rückenmark als Hydrorhachis externa bezeichnen, aber es stellt sich am Rückenmark allerdings so dar, dass die Flüssigkeit in dem maschigen Gewebe gleichsam frei enthalten ist und bis unmittelbar an die Dura mater reicht». Wie oben angeführt, verfolgt die Schilderung Leydens in seiner vor kurzem erschienenen »Klinik der Rückenmarkskrankheiten» in Bezug auf letztes Verhältniss dieselbe Richtung. Ein eigentlicher Subduralraum in dem Sinne, in welchem wir diese Bildung auffassen, würde nach ihm im Rückenmarkscanal nicht vorkommen. Das äussere Blatt der Arachnoidea wäre nur eine Epithelschicht, welche der Innenfläche der Dura unmittelbar anlag und gelegentlich an kleinen Strecken sich als gesondertes dünnes Häutchen abheben liesse. Das Innenblatt der Arachnoidea sollte der Pia genau anliegen und in dieselbe übergehen. Zwischen den beiden Blättern wären eine grosse Menge lockerer Bindegewebszüge ausgespannt, und in diesem lockermaschigen Bindegewebe zwischen Dura und Pia, dem subarachnoidalen Gewebe älterer Auctoren, befände sich eine Flüssigkeit, welche mit einer ebensolchen im Arachnoidal- und Subarachnoidalgewebe des Gehirns befindlichen communicirt und mit ihr zusammen als Cerebrospinalflüssigkeit oder Cotugnos Flüssigkeit bekannt ist. Es scheint aus dieser Schilderung hervorzugehen, dass Leyden sich die Sache so vorstellte, dass der Subduralraum und die Subarachnoidalräume des Gehirns gegen das Rückenmark hin in einen einzigen gemeinsamen Raum zwischen Dura und Pia übergingen. Wie er sich aber das Verhalten der Arachnoidea am Uebergang vom Gehirn zum Rückenmark gedacht hat, ist sehr schwer zu verstehen.

Luschka, welcher, wie erwähnt, den Subduralraum als einen serösen Sack aufrechtzuhalten und zu beweisen sucht — nur mit der Modification der älteren Auffassung, dass er nicht das ganze Visceralblatt sondern bloss seine oberflächlichste Schicht, das Epithel mit einem dünnen Substrat von serösen Fasern, an dem Austritt der Nerven aus der Dura auf diese Haut als das parietale Blatt übergehen lässt — hält den Subduralraum für einen von den Subarachnoidalräumen ganz abgeschlossenen Raum. Es besteht nach ihm zwischen diesen beiden Räumen keine Communication, und die Cerebrospinalflüssigkeit erstreckt sich auch nicht in den Subduralraum hin, »wie man früher so allgemein glaubte und Manche es auch jetzt noch in unbegreiflichem Festhalten an diesem Irrthum behaupten». Betreffs des normalen Vorkommens von Flüssigkeit im Subduralraum äussert Luschka: »In den Leichen, welche kurze Zeit, z. B. 12 Stunden, nach dem Tode obducirt werden, findet sich eine nur äusserst geringe Menge von Fluidum zwischen jenen Membranen, wenn nicht, wie dies so gewöhnlich geschieht, durch Eröffnung des Subarachnoidealraumes aus diesem Flüssigkeit ausgetreten ist. Bedenkt man nun, dass die in der Leiche im Sacke der Arachnoidea vorfindliche, normalmässig höchst geringe Quantität Flüssigkeit nicht einmal die ursprüngliche sein kann, sondern jedenfalls durch Transsudation von Liquor cerebrospinalis durch die Spinnwebenhaut vermehrt sein muss, dann wird man wohl einsehen, dass die während des Lebens in gesunden Verhältnissen vorhandene Flüssigkeit eben nur hinreichen kann, die mit einander in Berührung kommenden Flächen feucht zu erhalten, und dass in der That nicht von einem Flüssigkeit haltigen Raume die Rede sein kann». (Die Adergeflechte des Menschlichen Gehirns. 1855).

Reichert äussert betreffs des »Fluidum encephalo-spinale», dass dahin »drei verschiedene, völlig von einander abgesonderte Flüssigkeiten» zu rechnen sind, nämlich die Flüssigkeit der Ventrikel, die der Subarachnoidalräume und »das seröse Fluidum der Spinalröhre oder des Cavum arachnoideum».

Nach Schwalbe, der sich auf Injectionen in den Subduralraum des Gehirns stützt, steht dieser Raum in Verbindung mit den subarachnoidalen Räumen, in welche die Injectionsmasse von jenem aus leicht eindringen soll; er hängt aber nicht direct mit den von His beschriebenen perivasculären Canälen des Hirns und Rückenmarks und nicht mit den Lymphgefässen der Pia zusammen. Henle nimmt auch eine directe Verbindung des Subduralraums mit den Subarachnoidalräumen an, indem er äussert: Die Arachnoidea »berührt in der Regel unmittelbar die innere Fläche der fibrösen Haut, wenn auch nicht bestritten werden kann, dass da und dort einmal, durch eine Lücke der Arachnoidea, ein Theil der subarachnoidealen Flüssigkeit in den Raum zwischen Arachnoidea und fibröser Haut gerathen mag».

Wir haben, theils weil wir ebenso wenig wie Andere nie etwaige natürliche Oeffnungen in der Arachnoidea gefunden haben, theils auch besonders auf Grund unserer Injectionsresultate, das Dasein derselben geleugnet,

und also behauptet, dass der Subduralraum sowohl am Gehirn als am Rückenmark von den Subarachnoidalräumen durch die Arachnoidea vollständig abgetrennt ist. Indessen findet man, dass auch Quincke eine offene Communication zwischen Subdural- und Subarachnoidalräumen annimmt, welche Annahme er darauf stützt, dass er nach Einspritzung von Zinnoberemulsion in den Subduralraum des Gehirns bei lebenden Hunden sah, dass der Zinnober nach wenigen Tagen aus diesem Raum verschwand, sich aber dann »in den Subarachnoidalräumen und der Pia des Gehirns, gerade wie nach directer Einspritzung in diesen Raum» wiederfand. »Der Flüssigkeitsstrom ist im Leben vorwiegend von dem ersteren nach den letzteren gerichtet». Betreffs der speciellen Frage, ob während des Lebens eine Flüssigkeit im Subduralraum vorhanden sei, nimmt Quincke an, dass am Gehirn die Arachnoidea durch eine capillare Flüssigkeitsschicht von der Dura getrennt ist, während sie am Rückenmark derselben so dicht anliegt, dass hier die Injection eigentlich nur in dem Subarachnoidalraum gelingt.

In der letzten Zeit hat Hitzig durch Vivisectionen und besondere, auf die Lösung dieser Frage gerichtete Versuche sich davon überzeugt, dass in der That bei lebenden Hunden eine nicht geringe Menge von Flüssigkeit im Sacke der Dura sich befinde. Diese Flüssigkeit verschwand indessen bald nach dem Tode, was darauf beruhen soll, dass sie durch Imbibition vom Gehirn aufgenommen werde.

Es ist natürlich, dass man, sobald eine Flüssigkeit unter normalen Umständen in den peripherischen Räumen angesammelt gefunden war, nach einem Ablauf für diese Flüssigkeit oder nach den Bahnen, mittelst welcher die Resorption derselben stattfände, suchen würde. Wir sahen ja auch, dass schon Cotugno auf Grund der Quecksilberinjectionen annahm, dass an der inneren Fläche der Dura mater inhalirende Mündungen der Duravenen vorhanden seien, ebenso wie, dass Fr. Meckel auch ähnliche Gefässe sah, welche er Vasa resorbentia lymphatica nannte. Mascagni fand die Blutgefässe der harten Hirnhaut von lymphatischen Stämmen begleitet. Fr. Arnold widerlegte doch diese Angaben; er selbst wie auch seine Nachfolger konnten keine wirklichen Lymphgefässe in der Dura darstellen.

v. Recklinghausen sah nach Silberbehandlung in den innersten Schichten der Dura des Menschen, auch des Hundes, Gefässe, deren lymphatische Natur er für wahrscheinlich hielt. Boehm fand keine wirkliche Lymphgefässe, er nahm aber, auf Silberbilder, Resorptionsversuche und Einstichinjectionen sowie auf Gefässinjectionen gestützt ein Capillarnetz an der Innenfläche der Dura an, welches einerseits mit den Venen in Zusammenhang stände, andererseits mit den intrafibrillären Gewebsspalten der Dura und durch feine Oeffnungen mit der Cavitas serosa cranii in Verbindung wäre; es sollte ein »accessorisches» Capillarsystem sein, welches bei abnormen Stauungen innerhalb des Schädels mit Blut gefüllt war, sonst aber sehr wahrscheinlich zur Resorption der Flüssigkeiten, auch der krankhaften, bestimmt war. Man findet also hier wieder eine Auffassung, welche der von Cotugno und Fr. Meckel gehegten etwas ähnlich ist. Wir zeigten indessen, dass die Darstellung von Boehm nicht richtig war und dass das fragliche Gefässnetz nur eigenthümlich geformte Capillaren darstellte, welche immer Blut führen und überall nicht nur mit den Venen sondern auch mit den Arterien in Zusammenhang stehen. Auch Paschkewicz fand, dass das innere unmittelbar unter dem Epithel der Dura liegende Capillarnetz nicht in offener Verbindung mit dem Subduralraum steht. Dagegen meinte er, dass der Subduralraum mittelst Spalten zwischen den Epithelzellen an der Innenfläche der Dura mit einem wirklichen Lymphgefässsystem in dieser Haut zusammenhängt; durch Silberbehandlung erhaltene Saftcanälchenbilder und die Blutgefässe begleitende und umflechtende kleine Räume fasste er nämlich als Lymphgefässe auf, welche ihren Ablauf in die Venensinus wahrscheinlich haben sollten. Grössere Lymphgefässe fand er indessen nicht. Michel spricht sich auch gegen Boehm aus, sowohl betreffs des Zusammenhangs des inneren Capillarnetzes mit dem Subduralraume als auch der Resorptionsresultate von diesem Raum aus. Aber auch er nimmt ein durch die ganze Dicke der Dura, aus mit einander communicirenden Spalten bestehendes System an, welches sowohl mit dem genannten Raume als auch mit einer Anzahl grösserer und kleinerer Räume zwischen Dura und Knochen in Verbindung steht. Dieses Spaltensystem dient nach ihm wahrscheinlich zum Durchtritt einer Lymphe, die seine Strömung von aussen nach innen hat.

Schwalbe gelang es darzulegen, dass der Subduralraum wirklich in Verbindung mit abgehenden Lymphgefässen steht. Also erhielt er nach Subduralinjection Füllung der Lymphgefässe und der tieferen Lymphdrüsen des Halses durch Vermittlung von Lymphgefässstämmen, welche durch das Foramen jugulare austraten; ebenso erhielt er Füllung eines Lymphgefässnetzes in der Nasenschleimhaut; und ferner sagt er, dass er in einem Falle Injection von Lymphdrüsen vom Subduralraum des Rückenmarks aus erhalten hat. Mit Ausnahme der letzteren bestätigten

wir diese Angaben Schwalbes; wir fanden daneben, dass auch die oberflächlicheren Lymphdrüsen des Halses injicirt werden konnten, ferner dass Lymphgefässe auch durch den Canalis caroticus ausgingen; auch erhielten wir oft Füllung eines Lymphstammes im Gesicht, welcher von der Orbitalgegend vor dem Masseter herablief. Von dem Lymphgefässnetz in der Nasenschleimhaut, dessen Natur wir durch Doppelinjection in den Blutgefässen ausser allen Zweifel setzten, erhielten wir das Lymphgefässnetz des Gaumens reichlich injicirt in Zusammenhang mit den oberflächlichen Halslymphdrüsen. Quincke fand bei Zinnoberinjection an lebenden Thieren (von dem Subduralraum und von den Subarachnoidalräumen aus) den Farbstoff in der Arachnoidalscheide der Carotis an ihrer Austrittstelle aus dem Sinus cavernosus wieder, ferner in der Rindensubstanz des hinteren Theils der grossen cervicalen, einigemal auch in den submaxillaren Lymphdrüsen. Auch Michel bekam, bei seinen Injectionen vom Subduralraum des Gehirns aus, Füllung der Lymphgefässe und tiefen Lymphdrüsen des Halses sowie der Lymphgefässe der Geruchschleimhaut.

Betreffs des Verhaltens des Subduralraums zu den abgehenden Nerven findet man zwar, dass die älteren Verfasser angeben, dass die Dura mit den Nerven scheidenförmige Verlängerungen sendet; dass aber der Raum selbst zwischen Dura und Arachnoidea mit diesen Scheiden sich fortsetzt, scheinen sie nicht angenommen zu haben. Erst bei Cotugno findet man mit Hinsicht auf den intracraniellen Verlauf der Gehirnnerven eine sehr richtige Auffassung. Er sagt, dass die Dura für fast alle Gehirnnerven Scheiden (Sinus nervorum vaginales) bildet, welche von der Flüssigkeit der Schädelhöhle durchflossen sind und von welchen besonders der Sinus opticus, Sinus paris quinti und Sinus acusticus ausgezeichnet sind. Im Sinus opticus sah er sogar die Flüssigkeit der Schädelhöhle an seinem Ende in der Nähe des Auges angesammelt. Sinus paris quinti erstreckt sich bis zum Anfang der drei Zweige des Nerven. Diese Angaben Cotugnos geriethen in Vergessenheit, ebenso wie manches Andere, was dieser ausgezeichnete Forscher gesehen hatte. Durch die Auffassung Bichats vom Subduralraum als einen serösen Sack wurde dieser Raum am Durchtritt der Nerven und Gefässe durch die Dura überall vollständig als geschlossen angesehen. Die scheidenförmigen Verlängerungen, welche sie vom visceralen Blatte der Arachnoidea begleiteten, sollten sich von ihnen bald trennen, um in die an der Dura befindliche parietale Lamelle überzugehen. Die Nervi optici und, wie er auch andeutet, die Nervi abducentes sind nach Bichat die einzigen Nerven, welche von ihr länger begleitet werden. Die Scheide jener setzt sich nach ihm in ihrer fibrösen Umhüllung fort und schlägt sich erst innerhalb der Orbita auf dieselbe um.

Diese Bichat'sche Anschauung von der Arachnoidea und damit auch von dem Verhalten des Subduralraums zu den austretenden Nerven blieb, wie eben bemerkt wurde, die allgemein geltende. Die schematische Figur, welche Fr. Arnold in Uebereinstimmung damit lieferte, wurde auch in späteren Handbüchern reproducirt. Auch die Verfasser, welche kein parietales Blatt der Arachnoidea annehmen und die also nicht zugeben, dass die Arachnoidea durch Reflection auf die Dura am Austritt der Nerven die Oeffnungen verschliesst, haben doch nichts darüber zu melden, dass der Subduralraum um die Nerven sich fortsetzt. Sie scheinen im Allgemeinen sich vorgestellt zu haben, dass die Nerven die Dura durchbohren und dass die Austrittsöffnungen dadurch zugeschlossen werden, dass die Dura, auch wenn sie Scheiden abgiebt, ebenso wie die Arachnoidea, am Neurilem verwächst und mit ihm sich fortsetzt. In diesem kannte man auch keine, für eine seröse Flüssigkeit oder Lymphe offene Bahnen. Zwar hatte schon Bogros vor fast fünfzig Jahren, auf Quecksilberinjectionen gestützt, eine andere Auffassung (s. unten beim peripherischen Nervensystem), und Cruveilhier schloss sich ihm an; es gelang ihnen aber nicht irgend wie Aufmerksamkeit zu gewinnen.

Die Hüllen des Nervus opticus sind auch von mehreren späteren Verfassern beschrieben und abgebildet worden, ohne dass sie, wie es scheint, daran gedacht haben, dass der Raum zwischen der sogenannten äusseren und inneren Scheide eine Fortsetzung der serösen Räume des Gehirns sein könnte. Dass er, wie schon Cotugno kannte, mit dem Subduralraum des Gehirns in Zusammenhang steht, wurde von Neuem von Schwalbe durch directe Injectionen von diesem aus erwiesen, wobei er den fraglichen Raum bis zum Bulbus ebenso wie den Tenonschen Raum und den Suprachorioidalraum gefüllt erhielt. Im Ohrlabyrinth bekam er Injection des perilymphatischen Raumes und dies durch den Porus acusticus. Diese Resultate wurden, was das Auge betrifft, theilweise von Schmidt bestätigt, und Fr. E. Weber erhielt vom Subduralraum aus Injection des Aquæductus cochleæ und der Schnecke, nicht aber im Vorhof und in den halbzirkelförmigen Canälen; die Injection mit dem Acusticus geht nach ihm nicht durch die Lamina cribrosa ins Labyrinth hinein.

Durch Injectionen sowie durch andere Untersuchungsmethoden gelang es uns zu zeigen, dass der Subduralraum in seröse Bahnen im ganzen peripherischen Nervensystem sowohl im cerebro-spinalen als im sympathischen bis in dessen feinste Verzweigungen sich fortsetzt. Wir zeigten, dass die Dura mater an alle austretenden

Nerven Scheiden abgiebt, innerhalb welcher die Arachnoidea mit ihrem Subarachnoidalgewebe innere Scheiden darstellt; ferner dass zwischen diesen beiden Scheiden der Subduralraum sich fortsetzt; dass endlich früher oder später dieselben in einander übergehen und Scheiden, die Perineuralscheiden, um die Bündel der peripherischen Nerven bilden.

Was besonders die Sinnesorgane betrifft, zeigten wir, dass der Scheidenraum des Opticus in zwei Räume getheilt ist, von denen eben der äussere, der Subduralraum des Opticus, welcher eine directe Fortsetzung des Subduralraums des Gehirns ist, von dem inneren, dem Subarachnoidalraum des Opticus, bis zum Bulbus von einer Fortsetzung der Arachnoidea getrennt wird. Betreffs des Tenonschen und des Suprachorioidalraums konnten wir die Angaben Schwalbes bestätigen. Wie Schwalbe und Weber sahen wir die Injectionsmasse ins Ohrlabyrinth eindringen; wir verfolgten die Injection am Nervus acusticus jenseits der Lamina cribrosa. In der Nasenschleimhaut fanden wir ausser dem Lymphgefässnetz eine scheidenförmige Injection um die Zweige des Olfactorius. Später wurde die Frage vom Zusammenhang der serösen Räume mit Bahnen im peripherischen Nervensystem von Quincke berührt. Bei seinen Injectionen in die serösen Räume der Centralorgane lebender Thiere fand er den Zinnober im Anfang der peripherischen Nerven ausserhalb der Ganglien wieder, nie aber in den Hirnnerven ausserhalb der Knochencanäle. Indessen mag bemerkt werden, dass seine Injectionen im Allgemeinen subarachnoidale gewesen zu sein scheinen; die vom Rückenmark aus waren nach seiner Aeusserung immer so. Das Verhalten des Subduralraums zum Nervus opticus ist in den allerletzten Jahren Gegenstand mehrerer Untersuchungen geworden; betreffs derselben verweisen wir auf das besondere dem Sehnerven gewidmete Capitel.

Bei unseren Injectionen in den Subduralraum fanden wir ferner, dass die Masse sehr leicht in die venösen Sinus der Dura, in die übrigen Duravenen und bis in die äusseren häutigen Bedeckungen des Schädels übergeht; wir fanden, dass dabei die Pacchionischen Granulationen oder Arachnoidalzotten diesen Uebergang vermittelten. Wir schilderten den bezüglichen Bau dieser Zotten und erwiesen ihr constantes Vorkommen, sowie ihre physiologische Bedeutung für die Resorption vom Subduralraum aus. Quincke sah bei seinen Injectionen diese Zotten zwar Zinnoberkörner enthalten, nahm aber an, dass keine solche in die Venen übergegangen waren, weil er sie nicht in den Lymphkörperchen der Milz wiederfand; nach ihm soll also Flüssigkeit, aber keine festen Theile durch die Zotten in die Venen übergehen. Michel konnte nicht eine Injection der Duralgefässe mittelst der Pacchionischen Granulationen vom Subduralraum aus erhalten, hat aber dies nicht beim Menschen untersuchen können.

Beschreibung des Subduralraums.

Zwischen der Innenfläche der Dura mater und der Aussenfläche der Arachnoidea breitet sich der Subduralraum in einer vollständig gleichförmigen Weise sowohl über das Gehirn als über das Rückenmark aus. Die einzigen Unterbrechungen, welche in der Ausdehnung des Raumes vorkommen, bilden theils die Blutgefässe und Nerven, welche auf ihrem Weg von oder zu den eingeschlossenen Organen durch diesen Raum ziehen, theils die an gewissen Stellen vorhandenen Bindegewebsstränge, welche zwischen der Arachnoidea und der Dura überspringen, und endlich die Aussprünge der Arachnoidea, welche um die grösseren venösen Sinus am Gehirn in die Dura eindringen, nämlich die sog. Pacchionischen Granulationen oder, wie wir sie mit Luschka nennen wollen, die Arachnoidalzotten. Unter normalen Verhältnissen findet man diesen Raum am Querschnitt immer spaltenförmig, weil die Oberfläche der Arachnoidea sich der Dura überall anschmiegt. In dieser letzten Beziehung ähnelt also der Subduralraum ohne Zweifel solchen serösen Räumen, welche andere Organe umgeben, wie z. B. die Pleurahöhle, wo ebenso während des gesunden Zustandes die die Lunge überziehende seröse Haut der äusseren Höhlenwand dicht anliegt. Uebrigens würde es eine ziemlich fruchtlose Mühe sein, eine Reihe von Vergleichungen zwischen dem Subduralraum und den serösen Höhlen im Allgemeinen anzustellen. Ein besonders auffallender Unterschied mag doch hier hervorgehoben werden, derjenige nämlich, dass, während ein eingeschlossenes Organ in solchen serösen Höhlen, wie der Pleurasack, die Bauchhöhle u. s. w. an einer Stelle ihrer Oberfläche durch eine mehr oder weniger ausgebreitete, starke Anheftung mit der Wand vereinigt ist, und alle Gefässe, Nerven und abführende Gänge zu oder von den Organen durch diese Anheftung verlaufen, an welcher die seröse Bekleidung von der äusseren Wand der Höhle sich auf die

sonst freien Organe reflectirt, sich dagegen beim Gehirn und Rückenmark keine solche ausgebreitete und starke Anheftung findet; der Subduralraum umgiebt dieselben überall, nur mit Ausnahme der den Raum an gewissen Stellen unterbrechenden Gefässe und Nerven, sowie der verschiedenen kleinen bindegewebigen Adhärenzen.

Was zuerst diese letzteren anbetrifft, so findet man, dass der Subduralraum des Gehirns im Allgemeinen von allen anderen zwischen der Dura und der Arachnoidea verlaufenden, von Gefässen und Nerven unabhängigen Bindegewebsverbindungen sowie von denjenigen, die durch die meistens in der Nähe der grossen venösen Sinus befindlichen Arachnoidalzotten gebildet werden, vollständig frei ist. Diese Zotten, ihr Bau und ihre Verbreitung, werden unten in einer besonderen Abtheilung ausführlich beschrieben; wir beschränken uns deswegen darauf hier nur anzuführen, dass dieselben keine Auswüchse oder pathologische Adhärenzen, sondern ganz normale Bildungen sind, welche als Ausstülpungen der Arachnoidea und des subarachnoidalen Gewebes in Spalten der Dura hinein betrachtet werden können; ferner heben wir hervor, dass um die Stiele der Zotten herum der Subduralraum nicht verschlossen ist, sondern mit diesen Stielen in das Innere der Dura um die kolbenförmigen Enden der in die venösen Sinus einschiessenden Arachnoidalzotten herum sich fortsetzt; übrigens verweisen wir auf die unten folgende nähere Beschreibung derselben. Wenn man beim Menschen vorsichtig die vorderen Hirnlappen erhebt, wird man gewöhnlich über den Alæ minores ossis sphænoideæ mehr oder wenig zahlreiche Adhärenzen zwischen Dura und Arachnoidea wahrnehmen; sie bersten ausserordentlich leicht und sind deswegen bisher übersehen worden; diese Adhärenzen gehören indessen auch zur Kategorie der Arachnoidalzotten und werden in Zusammenhang mit diesen näher erörtert. Uebrigens findet man die Arachnoidea oft in grosser Ausdehnung am unteren freien Rand der Falx angewachsen, und sie hängt dann continuirlich mit dem bekleidenden Häutchen der Dura zusammen. Ganz anders als am Gehirn sind die Verhältnisse am Rückenmark, oder eigentlich am oberen Theil desselben. Zwischen Dura und Arachnoidea verlaufen hier an verschiedenen Stellen verschieden zahlreiche, fadenähnliche Balken, welche diese Haut an der inneren Oberfläche jener befestigt erhalten. Sie treten unmittelbar unterhalb des Foramen magnum auf und sind im oberen Halstheil sehr zahlreich, besonders an der hinteren Seite (Taf. 1. Fig. 1), dies nicht nur in der hinteren Mittellinie, wo sie auch von anderen Verfassern bemerkt wurden, sondern auch über die ganze übrige Hinterfläche. Am reichlichsten kommen sie hier indessen in der Mitte vor, etwas weniger zahlreich in der Umbegung dieser; sie sind aber wieder reichlicher an den Seitenflächen zwischen den austretenden Nervenwurzeln. Sie sind hier ganz kurz, von etwa 1 Mm. Länge oder noch viel kürzer, und hierdurch tapeziren und befestigen sie die Arachnoidea an der Dura. Beim Aufschneiden der Häute werden sie leicht gedehnt oder aus den Häuten ausgerissen, so dass sie länger erscheinen als sie in der That sind. Obwohl sie im Verhältniss zu ihrer Feinheit recht stark sind, werden sie leicht in grösserer oder geringerer Zahl zerrissen, wenn nicht die nöthige Vorsicht angewandt wird, und sie erscheinen dann weit spärlicher als sie eigentlich sind. Im unteren Halstheil nehmen sie allmählig an Menge ab, sitzen auch hier am dichtesten in der Mitte und in den Seitenflächen. Sie erscheinen hier gewöhnlich etwas länger als im oberen Halstheil. Nach dem Dorsaltheil hin nehmen sie allmählig an Menge ab, kommen aber doch im Allgemeinen bisweilen dichter, bisweilen mehr zerstreut im ganzen oberen Drittel oder sogar in der ganzen oberen Hälfte des Rückentheils vor, sowohl in der Mitte als auch besonders an den Seiten zwischen den Nervenwurzeln und den Befestigungszacken des Ligamentum denticulatum, weniger aber an den zwischenliegenden Flächen; sie sind in dieser Region länger als im Halstheil. Unterhalb des oberen Drittels oder der oberen Hälfte des Dorsaltheils werden sie oft plötzlich sehr sparsam und kommen hauptsächlich nur in sehr geringer Zahl in der Mittellinie oder an den Seitenflächen vor; einen oder anderen findet man doch hie und da an der übrigen Oberfläche zerstreut. An der Cauda equina werden sie zuweilen wieder etwas zahlreicher, besonders in der Mittellinie, gewöhnlich sind sie aber auch hier äusserst sparsam vorhanden. An der Vorderseite des Rückenmarks sind sie überall weit spärlicher als an der Hinterseite. Auch am Halstheil sind sie hier wenig zahlreich, sitzen indessen doch ziemlich dicht in der Mittellinie, ebenso wie an den Seitenflächen zwischen den Nervenwurzeln und den Zacken des Lig. denticulatum. Unterhalb des Halstheils kommen sie an der Vorderseite nur in äusserst geringer Zahl hier und da zerstreut vor. Ueberall, wo sie an der hinteren oder vorderen Fläche vorhanden sind, findet man sie grossentheils in kleinen Gruppen sitzen, und besonders oft divergiren sie je zu zweien von einer Stelle der Arachnoidea, um sich an der Innenfläche der Dura in einiger Entfernung von einander zu befestigen. Die Arachnoidea ist hier an Fasern, welche von der Dura entspringen und wieder nach Bildung eines kurzen Bogens in dieselbe Haut einlaufen, wie aufgehängt, und es scheint, als ob diese bogenförmigen (s. weiter unten) Fäden durch die Arachnoidea gezogen wären. Die mikroskopische Untersuchung, auf welche wir bei der histologischen Beschreibung der Häute zurückkommen, zeigt, dass es sich so gewissermassen verhält; aber die Arachnoidea ist nicht

von diesen Bogenfäden durchbohrt, sondern bildet um dieselben umhüllende Scheiden, welche zur Innenfläche der Dura sie begleiten, um hier in das bekleidende Endothelhäutchen dieser Haut überzugehen, während die Balken selbst in die Bindegewebsbündel der Dura sich fortsetzen. Wenn man die hinüberspringenden Balken spannt, sieht man oft sehr deutlich, wie das bekleidende Häutchen der Dura, welches unten in Zusammenhang mit der Dura selbst beschrieben wird, am Ansatz der Balken sich trichterförmig ausbaucht. In der Regel führen die Bälkchen in ihrem Inneren ein Blutgefässchen.

Aus der Anordnung der Balken, welche am reichlichsten im Halstheil und am stärksten und strammsten in dessen oberen Theil sind, geht hervor, dass die Arachnoidea hier immer dicht an der Dura gehalten wird; sie kann hier nicht in einem wesentlichen Grade einer möglicherweise im Subduralraum befindlichen Flüssigkeit ausweichen. In der That ist ja schon die Gegenwart dieser Balken, ihre Form und Beschaffenheit ganz entscheidend für die Frage, ob die eigentliche Cerebrospinalflüssigkeit oder wenigstens der hauptsächliche Theil derselben im Subduralraum oder in den Räumen unterhalb der Arachnoidea liegt. Diese letzteren Räume müssen nämlich unter allen Verhältnissen eben durch die subduralen Balken am Halstheil des Rückenmarks den grossen Subarachnoidalräumen der Hirnbasis zunächst ausgespannt gehalten werden, während der Subduralraum hier immer eine geringe Capacität haben muss — Verhältnisse, welche für die beständige Ebbe und Fluth, die hier in der zwischen den serösen Räumen der Gehirns und Rückenmarks fluctuirenden Cerebrospinalflüssigkeit von grosser Wichtigkeit sein müssen.

Weiter unten am Rückenmark, besonders an der unteren Partie des Dorsaltheils und am Lumbaltheil, scheint dagegen die Beschaffenheit und grosse Spärlichkeit der Balken eine grössere Ausdehnung des Subduralraums zuzulassen; eine Flüssigkeit könnte hier ohne Zweifel in bedeutenderer Menge angesammelt sein. Die Balken kommen doch hier, wie gesagt, obwohl sehr zerstreut, in der Mittellinie vorn und hinten vor, woneben sie etwas zahlreicher, immer aber nur spärlich, an den Seitenflächen sich finden; in den letzteren wird indessen die Arachnoidea an der Dura ausgespannt erhalten, nicht nur durch die Balken, sondern noch mehr, und dies gilt für die ganze Länge des Rückenmarks, durch die austretenden Nervenwurzeln und ausserdem im Hals- und Dorsaltheil durch die Zacken des Lig. denticulatum, welche sich ungefähr in der Mitte zwischen den Austrittsstellen der Nerven befestigen; auch das Lig. denticulatum selbst zwischen den Zacken trägt durch seine Beschaffenheit bei, die Arachnoidea vom Rückenmark entfernt zu halten. Wir werden unten diese den Subduralraum durchlaufenden Zacken, ebenso wie ihr Verhalten zu den Häuten, näher beschreiben und wollen hier nur erwähnen, dass die Arachnoidea um dieselben Scheiden bildet, welche an der Innenfläche der Dura in ihr bekleidendes Häutchen übergehen, wodurch der Subduralraum hier vollständig abgeschlossen wird.

Wie verhält sich nun der Subduralraum zu den ihn durchziehenden Blutgefässen und Nerven? Betreffs der Gefässe studirt man das Verhalten am leichtesten an den Venen in der Nähe des Sinus longitudinalis. Man findet dort, dass beim Uebergang einer Vene von der Arachnoidea zur Dura jene Haut der Dura dicht anliegt und dass sie für die Vene rings um den Eintritt derselben in die Dura eine Hülle bildet, welche eben dort, wo die Vene sich in die Dura einsenkt, sich dann auf die Innenfläche der Dura umbiegt und mit continuirlichem Endothel in das bekleidende Häutchen dieser Haut übergeht, ganz in derselben Weise, wie es an den Balken und den Zacken des Lig. denticulatum geschieht. Der Subduralraum wird also auch hier überall, ungefähr in der Weise wie ältere Verfasser in Uebereinstimmung mit der Bichat'schen Anschauung sich vorgestellt haben, verschlossen; indessen wollen wir keineswegs mit ihnen von einer parietalen Lamelle der Arachnoidea reden — eine Anschauung und Benennung von dem mit der Arachnoidea zusammenhängenden, der Dura aber angehörigen und sie bekleidenden Häutchen, welche gar nicht beiträgt, die Vorstellungen zu klären. Die nähere Beschreibung dieses Häutchen geben wir in Zusammenhang mit der Beschreibung der Dura selbst.

Beim Austritt der Nerven findet ein ganz anderes Verhältniss statt, als Bichat und seine Nachfolger es sich vorgestellt haben, und ebenso ein ganz anderes, als die Verfasser, welche die Bichat'sche Lehre nicht anerkannten, im Allgemeinen angenommen haben. Die abgehenden Nerven, sowohl die des Gehirns als des Rückenmarks, durchbohren weder die Dura, noch dringen sie in ihre Substanz hinein, sondern diese Haut sendet, wie schon einige, besonders ältere, Verfasser es aufgefasst haben, mit ihnen Scheiden ab, welche wir im Allgemeinen die »Duralscheiden der Nerven» nennen wollen; innerhalb dieser sendet aber auch die Arachnoidea Scheiden um die Nerven ab, welche wir »die Arachnoidalscheiden der Nerven» benennen. Zwischen dieser Dural- und Arachnoidalscheide setzt sich nun überall der Subduralraum fort. Am leichtesten und schönsten studirt man diese Verhältnisse am Opticus des Menschen, wo die beiden Scheiden sehr distinct bis zum Bulbus sich fortsetzen. Ebenso ist es leicht zu sehen, wie die Dura mit dem Nervus trigeminus

eine Scheide abgiebt, welche von der verengerten Mündung aus sich erweitert, um einen grösseren Raum oder eine Höhle zu bilden, worin das Ganglion Gasseri sehr räumlich placirt liegt, ebenso wie die Arachnoidea mit ihrem Subarachnoidalgewebe mitfolgt und diese Höhle auskleidet. Ein ähnliches Verhältniss findet sich am Acusticus, wo die Duralscheide den verhältnissmässig weiten Meatus acust. internus bekleidet und der Subduralraum mit ihr sich fortsetzt. An der Taf. 1. Fig. 10 haben wir die Verhältnisse beim Austritt eines Spinalnerven dargestellt. Diese Figur stellt den Durchschnitt der motorischen Wurzel eines solchen Nerven dar. An der eigentlichen Stelle, wo der Nerv austritt und wo also seine Dural- und Arachnoidalscheide auch abgehen, ist die Arachnoidea gewöhnlich durch mehr oder weniger zahlreiche Balken an der Dura befestigt, und derartige Balken kommen auch später mehr oder weniger reichlich während des Verlaufs des Nerven vor. Die Hüllen gehen dann früher oder später und unter verschiedenen Variationen in das Neurilem der Ganglien und Nerven über, während der Subdural- und Subarachnoidalraum in die serösen Räume des peripherischen Nervensystems sich fortsetzt, wie wir es gezeigt haben und im Folgenden näher beschreiben werden. Beim Austritt der Nerven ist also der Subduralraum keineswegs geschlossen.

Nachdem wir jetzt den Subduralraum betreffs seiner allgemeinen Verhältnisse geschildert haben, wollen wir einige Fragen zu näherer Besprechung aufnehmen, welche nur durch Injectionen endgültig gelöst werden können, nämlich mit Hinsicht auf die Verbindungen dieses Raums mit den Subarachnoidalräumen, den Ventrikeln, den Blutgefässen, dem serösen Spaltensystem der Dura, dem Lymphgefässsystem, den serösen Bahnen des peripherischen Nervensystems u. s. w. Da wir aber unten an den betreff. Stellen auf die meisten dieser Fragen zurückkommen werden, können wir uns hier lediglich darauf beschränken, dieselben nur ganz im Allgemeinen zu berühren. Zuerst mag es indessen am besten sein, über die von uns sowohl bei den Injectionen des Subduralraums als bei denen des Subarachnoidalraums angewandte Methode zu berichten.

Die von uns am meisten gebrauchte Injectionsflüssigkeit ist das Richardson'sche Blau ohne Leim, aber theils mit, theils ohne Zusatz von Glycerin und Alkohol. Bei Doppelinjectionen haben wir gewöhnlich, nebst der genannten Flüssigkeit für das eine System der serösen Räume, für das andere eine durch aufgeschwämmten Zinnober oder durch einen neubereiteten Niederschlag von brauner Kupfereisencyanur gefärbte, sehr schwache Leimlösung angewandt. Wenn wir erstarrende Injectionen wünschten, um die Räume fortwährend ausgespannt zu erhalten oder um Abgüsse derselben zu bekommen, gebrauchten wir theils starke gefärbte Leimlösungen, theils Mischungen von Fettarten (Paraffin, Cacaobutter und Baumöl). Wenn diese Massen angewandt wurden, haben wir natürlich die zu injicirenden Gegenstände erwärmt; beim Menschen wurde dies durch eine anhaltende warme Douche über Kopf und Rücken erreicht; durch einen warmen Wasserstrom um den Injectionsapparat wurde die Flüssigkeit während der Injection warm erhalten.

Das eigentliche technische Verfahren ist sehr einfach gewesen. Der ganze Apparat bestand aus einem gläsernen Trichter, welcher mittelst eines Kautschukrohres mit einer aus einem schmalen Glasrohr gebildeten Injectionscanüle vereinigt war. Die Canüle war am freien Ende zu einer Spitze conisch ausgezogen, welche durch Schmelzung abgerundet war, um Zerreissungen bei ihrem Einführen zu entgehen. In der Nähe der Canüle war das Kautschukrohr mittelst einer eingeschobenen Glasröhre unterbrochen, theils um die strömende Flüssigkeit auf Luftblasen u. d. zu controlliren, theils um als eine Befestigungsstelle der den Strom regulirenden Klammer zu dienen. Der Trichter wurde so aufgehängt, dass er leicht gehoben und gesenkt werden konnte, je nachdem man den Druck zu erhöhen oder zu erniedrigen wünschte. Beim Ausführen der Injectionen wurde die Flüssigkeit in den Trichter gegossen; wir liessen sie dann das Leitungsrohr durchströmen, bis die Luft ausgetrieben war; dann wurde die Strömung durch die Klammer unterbrochen, wonach die Injectionscanüle zwischen Dura und Arachnoidea, wenn der Subduralraum, und durch Dura und Arachnoidea, wenn die Subarachnoidalräume injicirt werden sollten, eingeführt wurde; dann wurde der Strom geöffnet und die Flüssigkeit durch ihre eigene Schwere eingelassen. Anfangs wurde ein sehr geringer Druck angewandt; während des Verlaufs der Injection wurde er allmählig gesteigert; wir haben indessen nur selten einen Druck von mehr als 60 Mm. Quecksilber angewandt. Nachdem die Injection begonnen war, wurde sie während mehrerer, zuweilen sogar vier und zwanzig Stunden fortgesetzt. Während des Verlaufs der Injection bedarf es keiner anderen Aufsicht als Regulirung des Druckes und Anfüllung des Trichters. Man bedarf keines besonderen Verfahrens um die Canüle zu befestigen, wenn man nur die Oeffnung in der Dura so fein macht, dass ihr Rand durch die conische Canüle selbst erweitert wird, welche dadurch von der Dura dicht umschlossen und fest gehalten wird. Um reine Injectionen des Subduralraums oder der Subarachnoidalräume zu bekommen, ist es natürlicher Weise nothwendig,

die grösste Vorsicht beim Einführen der Canüle zu beobachten. Nicht selten, wenn man bei Subduralinjection die Arachnoidea nicht beschädigt zu haben glaubt, ist dies doch geschehen, und man erhält dann eine gemischte Injection, wodurch man, sofern sie nicht controllirt wird, einen natürlichen offenen Zusammenhang zwischen den Subdural- und Subarachnoidalräumen annehmen könnte; andererseits geschieht es auch leicht bei Subarachnoidalinjectionen, dass die Oeffnung in der Arachnoidea zu gross wird, um die eingeführte Canüle dicht zu umschliessen, und man erhält auch dann eine gemischte Injection. Zuweilen ist es schwierig, besonders bei kleinen Thieren und bei Injection vom Rückgrat aus, durch die feine Oeffnung in der Dura zu sehen, ob die darunter liegende Arachnoidea beschädigt ist oder nicht. Als Merkmal in dieser Beziehung können wir anführen, dass wenn die Arachnoidea unbeschädigt ist, sie im Allgemeinen durch die feine Duraöffnung als ein helles Häutchen sich blasenartig hervorbaucht, besonders wenn man den entgegengesetzten Körpertheil des zu injicirenden Individs etwas erhebt; wenn man an Menschen oder Thieren, bei welchen schon ein Paar Stunden nach dem Tode verflossen sind, operirt, fliesst auch dabei keine Flüssigkeit heraus. Bei Subduralinjectionen hat man dann die Canüle vorsichtig zwischen den beiden Häuten nach oben oder nach unten einzuführen. Bei Subarachnoidalinjectionen dagegen fasst man mit einer scharf greifenden Pinzette die in der Oeffnung der Dura befindliche Arachnoidea und macht einen nur sehr kleinen Schnitt in die so gefasste Falte; die Subarachnoidalflüssigkeit fliesst dann sogleich durch die Oeffnung heraus; man führt durch diese den einen Griff einer sehr feinen Pinzette, der andere Griff wird ausserhalb der Dura gehalten; in dieser Weise fixirt man den Rand der Arachnoidalöffnung am Rande der Duraöffnung. Es ist gut, auch den anderen Rand der Arachnoidalöffnung in derselben Weise zu fixiren, während ein Gehülfe die Injectionscanüle hineinführt und sie in die Duraöffnung befestigt. Wenn die Oeffnung in der Arachnoidea zu gross wird oder wenn die Canüle zurückweicht, strömt die Flüssigkeit auch in den Subduralraum hinaus, und die Injection wird gemischt.

Wir sind in der Beschreibung dieser eigentlich so äusserst einfachen Manipulationen etwas umständlich gewesen; dies geschah aber hauptsächlich, um eben die Wichtigkeit hervorzuheben, sich gegen unrichtige Resultate der Injectionen mit aller möglichen Vorsicht zu schützen. Bei den Injectionen Quinckes an lebenden Thieren gelang es ihm nicht vom Rückenmark aus den Subduralraum allein zu injiciren, sondern er erhielt dabei immer Injection der Subarachnoidalräume. Dies beruhte darauf, dass er Einstichinjection mit spitziger Canüle machte, wobei man eben schwerlich vermeiden kann, die Arachnoidea zu beschädigen. Wir haben auch schon seit Anfang dieser Untersuchungen bei lebenden Thieren (Hunden, Kaninchen) nach Wegnehmen eines Verteberbogens in oben beschriebener Weise reine Subduralinjectionen ausführen können, wenn auch zuweilen bei ihnen wie auch bei todten eine Läsion trotz aller möglichen Vorsicht eintreffen kann. Aus der oben gegebenen Schilderung der Verbindungen zwischen Arachnoidea und Dura geht hervor, dass die Subduralinjection am besten am Rückgrat unterhalb des Cervicaltheils ausgeführt wird, weil die am letztgenannten Theil vorkommenden zahlreichen Balken Zerreissungen der Arachnoidea beim Einführen der Canüle leicht verursachen. Die Arachnoidea kann aber auch schon durch ein zu heftiges Einströmen der Flüssigkeit in den Subduralraum oder durch einen während des Verlaufs der Injection angewandten zu starken Druck entstehen, wodurch eben die Arachnoidea an den Anheftungsstellen der Balken und Gefässe an der Innenseite der Dura zu gewaltsam gespannt wird und zerreist. Sonst ist es für ein glückliches Resultat der Subduralinjection ganz gleich, ob sie vom Kopf oder vom Rückenmarkscanal ausgeführt wird. Die Subarachnoidalinjectionen werden dagegen, besonders wenn man sie mehr umfassend wünscht, am besten und sichersten vom Rückenmarkscanal aus gemacht, weil das räumliche Subarachnoidalspatium dort ein bequemes Einführen der Canüle ohne Verletzung der Pia und ohne Zerreissungen der Blutgefässe gestattet. Solche können aber sehr leicht entstehen, wenn man Subarachnoidalinjectionen vom Gehirn aus unter constantem Druck ausführt, weil man dabei die Canüle durch die kleine Oeffnung in der Dura und Arachnoidea einschiessen muss, ohne zu wissen, wie man sie in dem hier kleinräumigen und gefässreichen Subarachnoidalgewebe vorwärts schiebt. Mehr partielle Subarachnoidalinjectionen gelingen aber sehr leicht durch Einstich unter der Arachnoidea eines entblössten Gehirns, besonders über den Furchen, sei es, dass dies Organ in situ liegt oder herausgenommen ist.

Bei Injectionen zwischen Dura und Arachnoidea, in der angegebenen Weise ausgeführt, findet man, wie die Flüssigkeit unbehindert in dem ganzen Subduralraum über Gehirn und Rückenmark sich verbreitet, sei es, dass die Injection von diesem oder jenem aus gemacht wurde. Der Subduralraum wird hierdurch erweitert, die Arachnoidea wird mehr oder weniger von der Dura entfernt, um das Rückenmark wird allmählig das Durarohr ausgespannt, und das Blut wird aus den betreff. Venen gepresst, um der Ausdehnung des Raumes Platz zu geben. Hierdurch wird

also erstens die obige Schilderung des Subduralraums als eines ganzen, zusammenhängenden und in allem Wesentlichen über Gehirn und Rückenmark gleichen Raumes bestätigt. Die nächste wichtige Frage ist nun diejenige: Steht dieser Raum in offenem Zusammenhang mit den Subarachnoidalräumen, wie in letzterer Zeit von mehreren Verfassern (Schwalbe, Quincke, Henle) angenommen wird, was wir dagegen, wie auch vorher Luschka, verneint haben. Betreffs dieser Frage mögen ja die Injectionen entscheidend sein. Sie scheinen auch deutlich darzulegen, dass keine solche Oeffnungen vorhanden sind. Wenn nicht die Arachnoidea auf die eine oder andere Weise beschädigt ist, haben wir, sogar bei starkem Druck, sowohl bei Menschen als bei Hunden, Katzen und Kaninchen, die vollständigste Füllung des ganzen Subduralraums, ebenso wie Injectionen von demselben aus in die abführenden Bahnen erhalten, ohne dass ein einziger Tropfen der Injectionsflüssigkeit in die Subarachnoidalräume eingedrungen ist. In Uebereinstimmung damit erhält man andererseits die vollständigsten Subarachnoidalinjectionen mit Ausspannung der Subarachnoidalräume, ohne dass ein Tropfen durch die Arachnoidea in den Subduralraum hinausdringt. Bei Stichinjectionen in die Subarachnoidalräume des Gehirns sieht man auch wie die Flüssigkeit fortläuft, ohne bei unbeschädigter Arachnoidea auf die Oberfläche auszutreten. Bei Injectionen von den Ventrikeln des Gehirns aus, wovon unten die Rede sein wird, sieht man ebenso sehr gut, wie die Flüssigkeit sich über die Oberfläche des Gehirns ausbreitet, ohne irgendwo durch die Arachnoidea zu dringen, bis sie den gemachten Schnittrand erreicht. Die oben angeführte Aeusserung Schwalbes, dass die Injectionsmasse vom Arachnoidalraum leicht in die subarachnoidalen Räume eindringt, sowie die Angabe Quinckes, dass, wenn Zinnoberemulsion in den Arachnoidalraum eingespritzt wird, der Zinnober nach wenigen Tagen aus diesem Raum grösstentheils verschwindet, sich aber in den Subarachnoidalräumen und der Pia des Gehirns findet, gerade wie nach directer Einspritzung in diesen Raum, sind, soweit wir gefunden haben, die einzigen, auf Erfahrung und Experimente gegründeten Stützen für die Ansicht, dass der Subduralraum in offener Verbindung mit den Räumen unter der Arachnoidea stehen soll. Da, wie erwähnt wurde, die Resultate unserer Injectionen ganz anders ausfielen, schienen uns diese Angaben der geehrten Forscher darauf zu beruhen, dass sie auf die eine oder andere Weise die Arachnoidea verletzt haben, wie es ja so leicht geschehen kann, auch wenn nicht die Canüle selbst durch diese Haut geführt wird. Schwalbe hat nicht näher angegeben, wie er seine Injectionen ausgeführt hat. Quincke machte aber Einstich mit spitzer Canüle durch die Dura in den Subduralraum; dass dabei eine Verletzung der Arachnoidea schwer zu vermeiden ist, ist leicht begreiflich; nachher kann es eine schwierige Aufgabe werden, die Läsionsstelle zu finden. Auch ist es natürlich, dass Quincke an den Thieren, bei welchen er angenommen hat, dass die Masse zuerst im Subduralraum gelegen und dann durch die Arachnoidea von sich selbst in die Subarachnoidalräume eingedrungen sei, nicht durch directe Beobachtung controlliren konnte, dass sie wirklich zuerst in jenem Raum sich befand. Quincke giebt auch nicht an, in wie vielen Fällen er zu dieser Annahme Veranlassung zu finden geglaubt hat. Da wir schon bei unseren ersten Untersuchungen in dieser Richtung eine Reihe von Subduralinjectionen an lebenden Thieren ausführten, erhielten wir, bei unbeschädigter Arachnoidea, nie einen Uebergang der Flüssigkeit in die Subarachnoidalräume. Als die Arbeit Quincke's erschien, machten wir von Neuem solche Injectionen mit Zinnoberemulsion vom Subduralraum des Gehirns aus. Die Thiere (Hunde und Kaninchen) wurden nach 2 bis 3 Tagen getödtet. Die Injection war rein subdural. Die Resultate stimmten vollständig mit unseren vorigen sowohl an lebenden wie an todten Thieren und an Menschenleichen ausgeführten überein. Die Injectionsmasse befand sich noch im Subduralraum; grösstentheils war sie über dem Gehirn selbst geblieben; nicht das Geringste davon war in die Subarachnoidalräume eingedrungen. Noch einige Gründe können hier angeführt werden, welche gegen das Vorhandensein von Oeffnungen in der Arachnoidea sprechen. Wenn man den Schädel einer Menschenleiche vorsichtig geöffnet, die Dura an den Seiten mit einer Scheere aufgeschnitten und von der Hirnoberfläche zurückgeschlagen hat, so findet man ja eben in solchen Fällen, wo ein starkes, natürliches sog. Oedema meningum (d. h. wenn die Subarachnoidalräume durch Cerebrospinalflüssigkeit stark ausgespannt sind) vorhanden ist, dass diese Flüssigkeit nie über die Oberfläche der Arachnoidea heraustritt; ja man kann sie sogar unter der Arachnoidea verschieben, ohne dass sie hindurchdringt. Wenn in der That derartige natürliche Oeffnungen vorhanden wären, welche eine Injectionsflüssigkeit vom Subduralraum in die Subarachnoidalräume und umgekehrt leicht einzudringen liessen, so wäre das eben erwähnte Verhalten wohl nicht möglich. Einen anderen Beweis erhält man, wenn man bei lebenden Thieren an einer kleinen Fläche die Dura öffnet, ohne die Arachnoidea zu verletzen. Diese wird dann durch die Subarachnoidalflüssigkeit in die Oeffnung der Dura blasig hervorgepresst und bleibt dort ausgespannt, ohne ihren Inhalt zu durchlassen. Zuletzt mag noch bemerkt werden, dass wir, ebensowenig wie andere Forscher, nie etwaige natürlich vorhandene Oeffnungen in der Arachnoidea des Gehirns und Rückenmarks direct wahrgenommen haben, obwohl wir bei Menschen wie bei

Thieren diese Haut, besonders die des Rückenmarks, in grossen Strecken durchmustert haben, bei Kaninchen, Katzen und Hunden fast in ihrer ganzen Ausdehnung.

Auf Grund alles Angeführten müssen wir also annehmen, dass der Subduralraum selbst, um Gehirn sowohl als um Rückenmark an keiner Stelle in unmittelbarem, offenem Zusammenhang mit den Subarachnoidalräumen steht, sondern dass die Arachnoidea hier überall ein geschlossenes Grenzhäutchen zwischen beiden bildet. Anders verhält es sich, wie unten näher gezeigt werden soll, in den peripherischen Bahnen, durch welche nämlich die beiden Raumsysteme sich verbinden.

Wenden wir uns jetzt zu der Frage, ob der Subduralraum mit den Ventrikeln zusammenhängt, und wie es sich in der That mit dem Canalis Bichati verhält, dessen Vorhandensein so viele Verfasser bestätigen zu können glaubten. Die Hauptfrage selbst wird sehr leicht durch directe Injectionen entschieden. Nie dringt bei reinen Subduralinjectionen Flüssigkeit in die Ventrikel des Gehirns hinein, nie tritt bei Injectionen von den Ventrikeln aus Flüssigkeit in den Subduralraum hinaus. Ein offener Zusammenhang kann also nicht vorhanden sein. Welcher Art sind denn die Verhältnisse, die Bichat und andere Forscher verleitet haben, einen so bedeutenden Canal, wie der Canalis Bichati sein sollte, anzunehmen? An sich sind diese Verhältnisse zwar ziemlich einfach, aber doch so beschaffen, dass sie leicht zu Missverständnisse Veranlassung geben können; sie scheinen uns auch bisher noch nicht vollständig erläutert zu sein.

Beim Herausnehmen des Gehirns, bei dem Zerren, welche das Abtragen des Schädeldachs von der Dura verursacht, oder beim Zurückschlagen der Dura von der Oberfläche des Gehirns, oder überhaupt bei jeder Dehnung der Stelle, wo eine Vene von der Arachnoidea zur Dura übergeht, berstet äusserst leicht jene Haut rings um das Gefäss, da, wo sie sich von der Venenwand zur Dura hinüberschlägt; durch diese Berstung entsteht rings um das Gefäss ein Loch in der Arachnoidea, welches oft so äusserst ebene Ränder hat, dass man nur durch Kenntniss vom Entstehen solcher Berstungen und durch eine sehr genaue Untersuchung sich überzeugen kann, dass hier ein Kunstproduct vorliegt. Dies Loch leitet in das Subarachnoidalgewebe hinein. Da nun die gröberen Venen dieses Gewebes, wie unten näher gezeigt werden soll, theils frei in röhrenförmigen, ziemlich weiten Subarachnoidalräumen, theils mehr oder weniger an deren Wänden befestigt verlaufen, so scheint, nach einer solchen Berstung der Arachnoidea um die Vene, der Subduralraum in weite, die Gefässe umgebende und begleitende Canäle, in das Subarachnoidalgewebe hinein sich fortzusetzen. Eben auf diese Weise sind die Beschreibungen und die Annahme eines Canalis Bichati entstanden, welcher Canal die Vena Galeni umgeben und einen offenen Zusammenhang zwischen dem Subduralraum (resp. Arachnoidalsack) und dem dritten Ventrikel darstellen sollte. In der That sind die Bilder, welche man in der Fissura transversa beim Eintritt der genannten Vene vom unteren Rand des Tentorium cerebelli in das Gehirn erhalten kann, äusserst verleitend, in Folge davon, dass Berstungen oben beschriebener Art hier nur mit der allergrössten Vorsicht vermieden werden können. Die leichteste Dehnung oder Verschiebung des Gehirns nach vorn, nach hinten oder nach den Seiten gegen das am Schädel fixirte Tentorium reicht hin, um Berstungen hervorzurufen. Wenn man in der üblichen Weise das Gehirn in Zusammenhang mit dem Kleinhirn, unter Zurücklassen des Tentorium und Durchschneiden der Vena Galeni an ihrem Austritt aus dem Tentorium, herausnimmt, erhält man ein Bild, welches mehr oder weniger dem in der Tafel 3. Fig. 9 dargestellten ähnelt. Die Vene ist an der Durchschnittstelle in drei Zweige getheilt (Vv. cerebri int. dextra et sinistra, V. cerebelli sup. media), und in ihrer Umgebung finden sich verschiedene Zerreissungen und Berstungen. Wendet man aber grössere Vorsicht an, schneidet man überall das Tentorium bei seiner Anheftung los und lässt es bei der Herausnahme des Gehirns mitfolgen, so erhält man bei gelindem Abheben des kleinen Gehirns vom grossen gewöhnlich ein solches Bild wie das in der Taf. 3. Fig. 10 dargestellte. Die Vena Galeni scheint hier in einem nach dem Subduralraum offenen Canal oder trichterförmigen Raum, welcher die Vene begleitet, zu verlaufen. Es sind eben solche Bilder, welche die Annahme eines Canalis Bichati veranlasst haben; die zum Canal leitende Oeffnung wurde Foramen Bichati genannt. Auch Luschka hat dadurch sich verleiten lassen, anzunehmen, dass die Arachnoidea selbst sich einsenkt, um die Vene scheidenförmig zu umgeben und Scheiden um ihre Zweige mitzusenden, obwohl er verneint, dass die Canäle sich in den dritten Ventrikel öffnen. Er liess die Arachnoidea sich allmählig in der Adventitia der inneren Gehirnvenen verlieren. In der That ist nun die Oeffnung ein Kunstproduct, auf die oben angegebene Weise durch Berstung der Arachnoidea an ihrer Befestigung an der Dura rings um den Eintritt der Vene entstanden; der Canal oder Trichter, welchen man sieht, ist ein in dieser Weise geöffneter, perivasculärer Subarachnoidalraum, welcher hier immer sehr stark entwickelt und mit mehr als gewöhnlich starken und dichten Wänden versehen ist. Keine Injectionsmasse dringt bei Subduralinjectionen in denselben hinein.

Auf der Tafel 3 findet man in der Fig. 3 bei x eine ganz ähnliche nur etwas kleinere Oeffnung um den Eintritt der Vena ophthalmo-meningea HYRTL herum in der Fossa Sylvii. Auch diese Oeffnung, welche hier leicht zur Ansicht zu bekommen sein pflegt, konnte zur Annahme der Existenz einer entsprechenden canalförmigen Verlängerung des Subduralraums wie der des Canalis Bichati Anlass geben. Zuweilen gelingt es, wenn man in beschriebener Weise das Tentorium und das Gehirn ausnimmt, Berstungen um die Vena Galeni zu vermeiden; man findet dann die Arachnoidea unzerrissen, am Tentorium um die Vene herum sich befestigend und das falsche Foramen Bichati verschliessend. Am sichersten lässt sich die Befestigung der Arachnoidea an der Dura um die Vena magna darstellen, wenn man mit dem Gehirn in situ nach Abtragen des Schädeldachs successive die hinteren Theile der grossen Hemisphären, am besten beiderseits bis zum Tentorium hinab wegschneidet und auf diese Weise, ohne etwaige Zerreissungen zu verursachen, die fragliche Stelle entblösst. Auch bei einem derartigen Verfahren kann oft den Berstungen nicht entgangen werden; deswegen darf man nicht jedes Mal erwarten, einen zuverlässigen Einblick in die Verhältnisse zu erhalten. Auf der Taf. 3. Fig. 8 ist ein Durchschnitt des Canals in situ nebst dem Eintritt der Vene in das Subarachnoidalgewebe zwischen dem Splenium corporis callosi, dem kleinen Gehirn und den Corpora quadrigemina dargestellt. In der Fig. 7 sieht man zwar nicht den eigentlichen Eintritt der Vene, hingegen ihre Lage in dem verhältnissmässig weiten Raum im Subarachnoidalgewebe, wie auch ähnliche Räume hier um die kleineren Venen herum deutlich wahrzunehmen sind. ARNOLD, welcher annimmt, dass der Canal wirklich so vorhanden sei, als es BICHAT angegeben hat, also in offener Verbindung mit dem Subduralraum und dem dritten Ventrikel steht, hat eine Abbildung derselben beim Schafe geliefert. Um zu zeigen, wie es sich dort wie auch bei einigen anderen Thieren in der That verhält, geben wir in der Taf. 4. Fig. 1 dies Verhältniss wieder. Man erhält aus dieser Figur leicht eine Erklärung der Arnold'schen Auffassung, welche sich dadurch auch als unrichtig erweist. Wir werden hierauf bei der Beschreibung der Subarachnoidalräume und des Velum interpositum zurückkommen.

Nachdem wir also darzulegen versucht haben, dass der Subduralraum weder mit den Subarachnoidalräumen noch mit den Ventrikeln in Zusammenhang steht, werden wir jetzt zu der Frage übergehen, ob er mit den Blutgefässen der Dura, wie BOEHM angenommen hat, in offener Verbindung steht oder durch Spalten an der Innenfläche der Dura mit Lymphbahnen in dieser Haut zusammenhängt, wie in letzterer Zeit einige Verfasser (PASCHKEWICZ, MICHEL, FREY) angenommen haben. Bei der Beschreibung der Dura werden wir indessen näher auf diese Verhältnisse eingehen und beschränken uns hier darauf, dieselben nur in gedrängter Kürze zu berühren. Betreffs des »accessorischen Capillarsystems» von BOEHM soll hier nur angeführt werden, was schon oben in der Historik aus einer unserer vorigen Arbeiten hauptsächlich dargestellt wurde, nämlich dass dieses Netz immer blutführend ist, sowohl mit Venen als mit Arterien zusammenhängt und von beiden Systemen aus in vollständiger Weise injicirt werden kann, ohne dass ein Tropfen der Injectionsflüssigkeit in den Subduralraum hinaustritt, welche Verhältnisse wir immer als einen entscheidenden Beweis dafür ansehen, dass das fragliche Capillarnetz trotz seiner Eigenthümlichkeiten ganz und gar dem Blutgefässsystem angehört und keineswegs in offener Verbindung mit dem Subduralraum steht. Diese Resultate wurden auch durch die späteren Untersuchungen von PASCHKEWICZ und MICHEL bestätigt. Nach subduralen Injectionen an lebenden Thieren sahen wir, ebenso wie QUINCKE, dies Gefässsystem nie direct die körnige Masse aufnehmen. Es verdient hier bemerkt zu werden, dass BOEHM selbst nach seinen Resorptionsversuchen und subduralen Injectionen mit Milch bei todten Thieren, wobei er die Milch in den eigentlichen Duralvenen wiederfand, dieselbe in dem fraglichen Gefässnetz nie aufweisen konnte, obwohl er dies Netz als Vermittler des Ueberganges annahm. Bei Stichinjectionen in die Dura findet man das Netz oft zusammen mit den Venen gefüllt, aber auch dabei dringt die Flüssigkeit nicht in den Subduralraum hinaus, insofern keine Berstungen entstehen. Die Frage vom Zusammenhang dieses Gefässnetzes mit dem Subduralraum mag also als entschieden angesehen werden. Betreffs der Spalten hingegen an der Innenseite der Dura, durch welche der Subduralraum mit den Lymphbahnen im Innern der Dura zusammenhängen soll, haben wir, so natürlich auch ihre Existenz in Anbetracht des Baues der Dura wäre, doch keine Beweise für ihr Vorkommen gefunden, wohl aber eine Menge von Umständen, welche dagegen sprechen. Wirkliche Spalten sind in der Dura gewiss vorhanden, aber, soweit wir finden konnten, nur in Zusammenhang mit den Arachnoidalzotten. An diesen dringt auch die Injectionsmasse, wie wir gezeigt haben, ins Innere der Dura hinein, aber nicht anderwärts; es sind indessen keineswegs diese an bestimmten Regionen vorkommenden Bildungen, welche die genannten Verfasser gemeint haben, sondern nach deren Ansicht sollten die Spalten über die freie Fläche der Dura im Allgemeinen zerstreut liegen. Wenn sie wirklich vorhanden wären, so würde gewiss eine so leicht

fliessende Masse wie Richardsons Blau bei lange und unter hohem Druck ausgeführten Subduralinjectionen in sie eindringen und von ihnen ins Innere der Dura fortlaufen; das ist aber keineswegs der Fall. Aber nicht nur bei todten Thieren sondern auch bei lebenden erhielten wir bei unseren Subduralinjectionen stets solche negative Resultate. Die sehr feinkörnige Masse dringt auch bei diesen Injectionen nicht durch Spalten an der Innenfläche der Dura in diese Haut hinein. Michel, welcher die Existenz solcher Spalten annimmt, konnte auch nicht finden, dass bei seinen Subduralinjectionen die Flüssigkeit in die supponirten Spalten eindrang; er stützt seine Annahme von ihrem Vorhandensein darauf, dass bei Stichinjectionen zwischen Dura und Schädel das Spaltensystem der Dura mater sich füllt und die Flüssigkeit auf der Innenfläche der Dura durch längliche, spaltähnliche Oeffnungen ausdringt. Er nimmt deswegen an, dass der Flüssigkeitstrom während des Lebens nicht vom Subduralraum in die Dura geht, sondern umgekehrt von aussen nach innen, also vom Gewebe der Dura in den Subduralraum hinein. Wenn aber Oeffnungen der angegebenen Art wirklich vorhanden wären, so müsste die Injectionsmasse auch vom Subduralraum aus durch dieselben eingepresst werden können. Nach Allem, was wir finden konnten, sind indessen die geschilderten Spalten Kunstproducte, sowie das Hervordringen der Flüssigkeit auf der Innenfläche der Dura von ihrem Innern die Folge von Zerreissungen ihres dünnen bekleidenden Häutchens ist. Wenn man genau beobachtet, was im Allgemeinen sich ereignet, ehe die Masse frei hervortritt, so glauben wir, dass man schwerlich zu einem anderen Resultate gelangen kann. Führt man die Stichinjection an einer herausgenommenen Dura des Menschen aus, so sieht man, wie die Flüssigkeit sich ausbreitet, gewöhnlich früh in die Venen hinübertretend und dicht an der Innenfläche der Haut an längeren oder kürzeren, oft aber sehr langen Strecken in der Gestalt von Streifen zwischen den Bündeln der Dura verlaufend, ohne dass etwas von der Injectionsflüssigkeit frei heraustritt; bei fortgesetzter Injection, z. B. von dem äusserst feinkörnigen Richardson'schen Blau, findet man, wie das innere bekleidende Häutchen der Dura sich bauchig über die erwähnten Streifen ausspannt, welche offenbar Spalten zwischen den oberflächlichen Bündeln der Dura bezeichnen, ebenso wie das Capillarnetz sich hier oft mehr oder weniger vollständig in Zusammenhang mit den Venen anfüllt, ohne dass ein einziges blaues Körnchen auf die Oberfläche hinaustritt; dagegen siekert die klare Flüssigkeit, in welcher die Körnchen aufgeschwemmt sind, hindurch; hierbei geschieht also unter dem hohen Druck eine wirkliche Abfiltrirung der äusserst feinen Körnchen, und dies beweist offenbar, dass keine wirkliche Oeffnungen vorhanden sind. Setzt man nun die Injection fort, so sieht man gewöhnlich, wie an einer oder anderen Stelle, bisweilen an mehreren, plötzlich eine Berstung entsteht und wie die gefärbte Flüssigkeit mit ihren Körnchen auf die Oberfläche hinausströmt. Wenn man die noch am Schädeldach befestigte Dura durch Einstich injicirt, wobei sowohl diese Haut im Ganzen als ihr bekleidendes Häutchen ausgespannt ist und dem Druck weniger leicht nachgeben kann, so scheinen selbstverständlich die Berstungen an der Innenfläche viel leichter zu entstehen, aber auch in diesem Fall sieht man mehr oder weniger die oben genannten Erscheinungen und wie die Masse oft in grosser Ausdehnung in die Venen übergeht, ehe die Berstungen an der Innenfläche entstehen.

Wenn wir also finden, dass der Subduralraum nicht durch etwaige Spalten an der freien Innenfläche der Dura mit den serösen Bahnen im Innern dieser Haut zusammenhängt, so sehen wir doch, dass auf einigen anderen Wegen dieser Raum einen Ablauf erhält. Erstens findet sich, wie schon angedeutet wurde, eine solche Verbindung durch die eigenthümlichen Arachnoidalzotten, welche von der Arachnoidea her durch wirkliche Spalten zwischen den Bündeln der Dura sich einsenken, um dann in der Regel mit ihren kolbenförmigen Enden in die Venen oder venösen Sinus einzuschiessen. Auch bei sehr niedrigem Druck dringt die Flüssigkeit vom Subduralraum aus rings um diese Zotten in die venösen Sinus ebenso wie in deren Umgebung in die Spalten zwischen den Durabündeln hinein. Ueber die näheren Verhältnisse beim Uebergang der Flüssigkeit vom Subduralraum durch die in dieser Beziehung so wichtigen Arachnoidalzotten in das Venensystem wird unten in eingehenderer Weise berichtet, und verweisen wir deswegen hier auf das betreffende Capitel.

Betreffs der zweiten Art des Zusammenhangs des Subduralraums, nämlich mit dem eigentlichen, peripherischen Lymphgefässsystem des Körpers, haben wir bei unseren späteren Untersuchungen hauptsächlich nur das bestätigen können, was wir hierüber vorher mitgetheilt und in der Historik angeführt haben. Beim Menschen ist es uns bisher nicht gelungen, ableitende Lymphgefässe injicirt zu erhalten, obwohl die Injectionsflüssigkeit hier sehr leicht durch Vermittlung der Arachnoidalzotten in die Venen übergeht. Es scheint deswegen, als ob beim Menschen die ableitenden Lymphgefässe bei der Flüssigkeitsresorption von dem Subduralraum aus im Verhältniss zu den bei ihm so reichlich vorhandenen Arachnoidalzotten eine sehr untergeordnete Rolle spielen. Bei Thieren, wo diese Zotten weniger entwickelt sind, oder bei solchen, wo sie aller Wahrscheinlichkeit nach ganz fehlen (so haben wir sie z. B. noch

nicht beim Kaninchen gefunden), erhält man dagegen ziemlich leicht Injection der abführenden Lymphgefässe; bei Thieren scheinen also die letzteren mehr entwickelt zu sein. Wir haben diese abführenden Lymphgefässe vorzugsweise bei Hunden und Kaninchen studirt. Durch dieselben erhält man oft Injection der Lymphstämme des Halses, sowohl der tieferen als der oberflächlicheren. Die zu ihnen leitenden Lymphstämme verfolgten wir nicht nur durch das Foramen jugulare hinaus sondern auch mit der Carotis durch den Canalis caroticus, und scheinen sie mithin die grösseren Gefässe bei ihrem Austritt aus der Schädelhöhle zu begleiten. Ausserdem haben wir oft bei Kaninchen im Gesicht Injection eines grösseren Lymphstammes erhalten; dieser läuft dann von der Orbitalgegend vor dem Masseter den Unterkiefer hinab, und dadurch hat sich eine kleine Lymphdrüse am Mundwinkel gefüllt; seinen Verlauf bis zu dem Subduralraum gelang uns doch nicht ganz sicher darzulegen. Besonders reichlich füllt sich vom Subduralraum ein prachtvolles Lymphgefässnetz in der Nasenschleimhaut, welches Netz den grössten Theil der Maschen zwischen den Blutcapillaren aufnimmt. Unten werden wir eine nähere Beschreibung von diesem Netz und seinem Verhältniss zu den Blutgefässen und zu der Injection der Nerven, welche gleichzeitig erhalten wird, geben. In Zusammenhang mit diesem Lymphgefässnetz der Nasenschleimhaut ist es uns einige Mal gelungen, eine sehr vollständige Injection des Lymphgefässnetzes des Gaumens sowie Injection von Stämmen, die von diesen zu den Lymphdrüsen des Halses führen, zu erhalten. Unten geben wir eine Abbildung davon. Der eben erwähnte Ablauf nach den Lymphgefässen der Nasenschleimhaut scheint uns bei Thieren einer der wichtigsten für den Subduralraum zu sein, insoweit von dem directen Ablauf durch Lymphgefässe die Frage ist. Es versteht sich, dass derselbe gar nichts mit den Annahmen der Alten über die Pituita und ihren Ablauf nach der Nase und dem Schlund, welchen sie sich in einer ganz anderen Weise vorstellten, zu thun hat. Von dem Subduralraum des Rückenmarks konnten wir nie ableitende Lymphgefässe finden. Schwalbe giebt an, dass in einem seiner Fälle die Glandulæ lymphaticæ auch hier injicirt waren, und er glaubt, dass dieser Befund keine andere Deutung zulässt, als dass der Arachnoidalraum des Rückenmarks auch direct mit dem Lymphgefässsystem in Zusammenhang steht; er hat sich aber in sehr unbestimmter Weise geäussert und nicht einmal besonders angegeben, welche Lymphdrüsen injicirt wurden, sowie durch welche Lymphgefässe dies geschah. Es mag deswegen sehr schwer sein, aus dieser allein stehenden Wahrnehmung bestimmte Schlüsse zu ziehen. Auf Grund der in dieser Hinsicht stets negativen Resultate unserer Injectionen müssen wir es als höchst problematisch ansehen, ob in der That einige Lymphgefässe von diesem Theil des Subduralraums abgehen. Es scheint sogar etwas schwer einzusehen, wo sie abgehen würden, da man an die Beschaffenheit der Stellen denkt, wo die Lymphgefässe vom Subduralraum des Gehirns abgehen und hiermit die Verhältnisse am Rückenmark, welche davon ganz verschieden sind, vergleicht. Am Gehirn gehen diese Gefässe ja nur mit den grösseren Blutgefässen und mit den Zweigen des Nervus olfactorius; mit den übrigen Nerven treten sie aber nicht hinaus, und am Rückenmark finden sich keine ein- oder abgehenden grösseren Blutgefässe. Aus Allem geht hervor, dass nach unserer Ansicht, obwohl wir die Möglichkeit ihres Vorhandenseins nicht leugnen wollen, besonders die negativen Resultate unserer zahlreichen Injectionen in hohem Grade dagegen sprechen.

Die dritte Art, in welcher der Subduralraum des Gehirns und Rückenmarks sich nach aussen verbindet, ist, wie wir gezeigt haben, sein wichtiger Zusammenhang mit den serösen Bahnen des peripherischen Nervensystems bis in die letzten Verzweigungen desselben hinaus. Schon oben haben wir gezeigt, dass der Subduralraum an dem Austritt der Nervenwurzeln nicht geschlossen ist, sondern dass er innerhalb der Scheide, welche die Dura mater mit den Nerven sendet, sich fortsetzt. Durch Injectionen von dem centralen Subduralraum aus erhält man zuerst diese Subduralräume der abgehenden Nerven gefüllt. Wie diese Räume sich in den Ganglien und den peripherischen Nerven im Allgemeinen zu den mit den Nerven sich auch fortsetzenden Subarachnoidalräumen verhalten, werden wir unten in einer besonderen Abtheilung schildern. Hier mag nur aus der obigen Historik das Wichtigste von dem erinnert werden, welches wir schon in früheren Arbeiten mitgetheilt haben. Von dem centralen Subduralraum aus erhielten wir durch die Ganglien und Nerven eine fortlaufende Injection, so dass dadurch eine in verschiedenen Fällen mehr oder weniger ausgebreitete Füllung sämmtlicher abgehender Nerven entstand; so z. B. mit allen Augennerven und mit den Zweigen des Olfactorius, mit dem Acusticus und Facialis, mit dem Hypoglossus bis zu seinem Eintritt in die Zunge, mit dem Trigeminus, dem Ganglion Gasseri vorbei, in seine Zweige hinaus u. s. w. So auch an den Rückenmarksnerven weit nach aussen von den Ganglien, z. B. mit den Intercostal-, Lumbal- und Sacralnerven, und dies zuweilen in sehr vollständiger Weise. Für die eingehendere Beschreibung dieser Verhältnisse weisen wir aber auf das betreff. Capitel hin.

Nachdem wir also den Subduralraum und seine Verbindungen übersichtlich geschildert haben, werden wir jetzt zu der so vielfach debattirten Frage übergehen, ob dieser Raum unter normalen Verhältnissen eine Flüssigkeit enthält oder nicht.

Dass die eigentliche Cerebrospinalflüssigkeit nicht in diesem Raum, sondern, wie Magendie, Ecker, Luschka, Virchow, Henle u. A. es behauptet haben, in den Räumen unterhalb der Arachnoidea und in den Hirnhöhlen sich befindet, ist eine so sichere Thatsache, dass kein Zweifel hieran mehr entstehen kann. Beweisend ist in dieser Hinsicht, wie wir oben hervorgehoben haben, schon der Umstand, dass an der Hinterfläche des Rückenmarks die Arachnoidea in Folge ihrer Verwachsungen an die Dura, nur sehr wenig von dieser Haut entfernt werden kann, während dagegen der Subarachnoidalraum hier rings um das Rückenmark immer ausgespannt und gefüllt gehalten werden muss. Dass man bei Leichenöffnungen keine Flüssigkeit im Subduralraum angesammelt findet, sogar unter solchen Verhältnissen, wo die Subarachnoidalräume über die Oberfläche des Gehirns durch eine solche Flüssigkeit stark ausgespannt sind, ist gewiss auch eine Thatsache, welche ein Jeder, der eine grössere Anzahl von Sectionen ausgeführt hat, bestätigen kann. Gewiss wird auch ein Jeder, der diese Erfahrung hat, in die von Virchow so stark betonte Aeusserung einstimmen, dass bei exsudativen und irritativen Zuständen in der weichen Haut des Gehirns der Erguss in der Regel nicht, wie bei Erregungszuständen in anderen serösen Häuten, auf der Oberfläche dieser Haut (d. h. in den Subduralraum), sondern in die Maschenräume unterhalb der Arachnoidea (d. h. in die Subarachnoidalräume) erfolgt. Man findet also in der Regel bei jeder Section, obwohl der Schädel mit grösster Vorsicht und ohne Verletzung der Dura geöffnet wurde, was bei einiger Uebung leicht ausgeführt werden kann, wie über den ganzen convexen Theil des Gehirns die Arachnoidea sich der Dura dicht anschmiegt, ohne einer Flüssigkeit Platz zu lassen. Eine solche fliesst auch nicht heraus, wenn man die Dura öffnet. Nachdem aber in der üblichen Weise das Gehirn ausgenommen ist, findet man ebenso regelmässig in grösserer oder geringerer Menge eine Flüssigkeit an der Schädelbasis, besonders in den Fossæ cerebelli angesammelt; diese Flüssigkeit liegt dann frei auf der Dura. Dieser Umstand hat Manche missleitet, und in älterer Zeit scheint man sogar im Allgemeinen ohne Weiteres angenommen zu haben, dass sie wirklich von dem Arachnoidalsack selbst oder dem Subduralraum herrührte. Die geringste genauere Beachtung der Verhältnisse zeigt indessen, dass eine solche Annahme jeder Berechtigung ermangelt. Ueber der Basis des Gehirns, besonders über dem Pons Varolii und in der Umgebung der Medulla finden sich nämlich, wie es seit Magendie bekannt ist, grosse Subarachnoidalräume, welche in der That viel umfangsreicher sind, als man gewöhnlich annimmt. In der üblichen Weise ist es nicht möglich das Gehirn auszunehmen, ohne dass diese Räume geöffnet werden, wodurch dieselben mehr oder weniger vollständig entleert werden. Schon bei der Durchschneidung der beiden Optici werden diese Räume eröffnet, und wenn auch die über die Räume befindliche Arachnoidea sonst geschont werden könnte, würden doch eben so viele Abflusscanäle offen gelegt wie Nerven durchschnitten werden, da diese alle von Arachnoidalscheiden umgeben sind. Diese bei der Herausnahme des Gehirns austretende Flüssigkeit stammt aber nicht nur aus den genannten weiten Subarachnoidalräumen, sondern auch aus den mit diesen in offener Verbindung stehenden Hirnventrikeln, wie wir unten zeigen werden. Obwohl, diese Verhältnisse nunmehr gar nicht zu bezweifeln sein sollten, so findet man doch, dass solche Zweifel von Neuem entstanden sind, und in der betreff. neulich erschienenen Abhandlung von Hitzig liest man folgende Bemerkung: »Wenn die Erklärung, dass die bei Sectionen menschlicher Leichen an der Schädelbasis gefundene Flüssigkeit lediglich aus dem durch die Säge zerrissenen Gewebe der Pia ausgeflossen sei, richtig wäre, so würde man ja dieses Ausfliessen aus der erst nach vollkommener Freilegung verletzten Gefässhaut des todten Hundes sehen müssen». Dieser Einwand ist indessen von keiner Bedeutung. Die fragliche Flüssigkeit rührt unter gewöhnlichen Verhältnissen nur zu einem sehr geringen Theil von den Verletzungen her, welche bei der Aufsägung des Schädels der »Pia» der Convexität des Gehirns zugefügt wurden, grösstentheils stammt sie dagegen aus den grossen basalen Subarachnoidalräumen, welche bei dem Herausnehmen, ja sogar schon bei Erheben des Gehirns zerrissen werden; man braucht in der That nur ein einziges Mal genau nachzusehen, wie es beim Ausnehmen eines Gehirns vor sich geht, um sich von der Richtigkeit dieser Thatsache zu überzeugen und um zu sehen, wie die grossen Subarachnoidalräume geöffnet und entleert werden. Oben wurde angegeben, dass auch beim Eröffnen der Dura des Rückenmarks keine Flüssigkeit hervortritt, dass dagegen die Arachnoidea sich im Loch ausspannt und gewöhnlich durch die unter ihr befindliche Cerebrospinalflüssigkeit etwas blasig hervorgewölbt wird. Erst nach Aufschneiden der Arachnoidea fliesst die Flüssigkeit heraus. Durch dies Alles wird nun, was sonst nicht mehr darzulegen nöthig sein sollte, bewiesen, dass die eigentliche Cerebrospinalflüssigkeit nicht im Subduralraum sondern in den Subarachnoidalräumen sich befindet.

Obwohl man also bei Sectionen menschlicher Leichen und bei todten Thieren keine Flüssigkeit im Subduralraum angesammelt findet, soll damit aber keineswegs verneint sein, dass eine Flüssigkeit in geringer Menge als die Flächen befeuchtend dort vorhanden ist. Kein Verfasser hat wohl eigentlich dies leugnen wollen; die meisten geben sogar ausdrücklich an, dass sich das wirklich so verhält. Der spiegelnde, feuchte Glanz, den die gegen einander gerichteten Oberflächen der Arachnoidea und Dura haben, zeigt auch mit Gewissheit, dass eine äusserst dünne Feuchtigkeitschicht dieselben auch nach dem Tode überzieht. Bemerkenswerth ist ferner, dass, wenn das Gehirn oder die Subarachnoidalräume aus dem einen oder anderen Grund so ausgespannt sind, dass die Arachnoidea der Dura stärker angedrückt liegt, der Glanz an den Oberflächen der Häute vermindert wird, ohne dass sonst eine besondere Veränderung an denselben wahrgenommen werden kann. Wahrscheinlich beruht dies auf einem verminderten Flüssigkeitsgehalt im Subduralraum. Sobald eine Flüssigkeit, wie gering sie auch sei, normalmässig in einer Höhle des Körpers vorhanden ist, ist es selbstverständlich, dass sie während des Lebens einer Erneuung unterworfen ist und dass eine beständige Secretion und Resorption dort stattfindet; das eben ist hier der Fall. Während des Lebens scheint nun in der That im Allgemeinen eine etwas grössere Menge von Flüssigkeit im Subduralraum vorhanden zu sein, als man nach dem Tode dort findet. Hitzig — welcher durch eine nach Hunderten zählende Reihe von Vivisectionen an Hunden so sicher als möglich von dem Vorhandensein einer nicht geringen Menge von Flüssigkeit im Sacke der Dura sich überzeugt hatte und welcher ebenso bei Hunden fand, dass 24 Stunden nach dem Tode im Sacke der Dura wenigstens an der Convexität auch nicht ein einziger Tropfen Flüssigkeit vorhanden war, während dabei auch »in den Maschenräumen der Pia» keine Flüssigkeit gefunden wurde und dies gleichzeitig dann, wo die Ventrikel des Gehirns stets von Flüssigkeit erfüllt waren — sieht in diesen Umständen einen Beweis für die Herkunft der Cerebrospinalflüssigkeit aus dem Sacke der Dura selbst, und er scheint sogar die Cerebrospinalflüssigkeit während des Lebens, wenn nicht hauptsächlich, so doch zum grossen Theil, zu dem Subduralraum selbst verlegen zu wollen. Nach dem Tode verschwand sie aus diesem Raum schon nach einigen Stunden, was durch Imbibition in die Hirnsubstanz selbst stattfinden sollte, wodurch die letztere voluminöser und weicher würde. Zwar können wir uns nicht auf so sehr viele Vivisectionen stützen, aber doch auf eine hinreichend grosse Anzahl Untersuchungen an lebenden Thieren, sowohl Hunden als Kaninchen, welche theils der Subdural- und Subarachnoidalinjectionen wegen, theils mit besonderer Rücksicht auf die vorliegende Frage ausgeführt sind. Wenn man über den convexen Theil des Gehirns an einem lebenden Hund oder Kaninchen oder eben nach dem Tode des Thieres auf die oben angegebene Weise, ohne also die Arachnoidea zu verletzen, eine kleine Oeffnung in der Dura macht, so sieht man in der That eine geringe Menge von Flüssigkeit unmittelbar durch diese Oeffnung ausfliessen, und man kann dann, wie Hitzig angiebt, fortwährend eine Flüssigkeit von den Seiten her hervorquellen sehen; wir finden aber dieselbe, besonders im Verhältniss zu der Subarachnoidalflüssigkeit, nicht in erheblicher sondern in sehr geringer Menge hervortreten. Sie bildet augenscheinlich nur eine sehr dünne Schicht zwischen Dura und Arachnoidea. Es versteht sich, dass, wenn man die Dura entblösst, sie sich an der entblössten Stelle hervorwölben und die Flüssigkeit sich dort in etwas bedeutenderer Menge ansammeln kann. Wenn ein etwas grösseres Blutgefäss in dem darunter befindlichen weichen Haut verläuft, kann man daher ziemlich leicht sehen, dass die Dura an der entblössten Stelle, ehe sie eröffnet wird, etwas über der Arachnoidea erhoben liegt; man muss aber immer bedenken, dass diese Erhebung, wie eben angegeben, grösser als sonst ist; wenn überall eben so viel Flüssigkeit angesammelt wäre, so würde unwillkührlich eine grössere Menge ausfliessen, als in der That geschieht. Ist es aber nun die eigentliche Cerebrospinalflüssigkeit, welche in so geringer Menge hervorquillt? Keineswegs. Den Beweis dafür findet man leicht. Nachdem eine Oeffnung in der Dura gemacht ist, sieht man, wie die Arachnoidea, wenn unbeschädigt, durch eine angesammelte Flüssigkeit in den Subarachnoidalräumen selbst sich bauchig in die Oeffnung der Dura emporwölbt. Durch die Arachnoidea sickert dabei keine Flüssigkeit heraus, ihre Oberfläche wird aber immer von den Rändern der Oeffnung hinaus durch die subdurale Flüssigkeit feucht erhalten. In welcher verhältnissmässig geringen Menge die Flüssigkeit auch während des Lebens im Subduralraum in der That vorhanden ist, davon überzeugt man sich ausserdem leicht am Rückenmark. Wenn man nach Wegnehmen eines Verteberbogens bei einem lebenden Thier eine kleine Oeffnung durch die Dura in den Subduralraum hinein macht, ist es oft schwierig zu finden, dass eine Flüssigkeit dort hervorquillt, während dagegen die Arachnoidea in Folge der Spannung des gefüllten, hier so weiten Subarachnoidalraumes sich in die Oeffnung bauchig emporwölbt. Wird nun die Arachnoidea selbst geöffnet, strömt sogleich die Flüssigkeit heraus.

Aus dem Obigen erhellt also, dass wir in Uebereinstimmung mit Hitzig gefunden haben, dass während des Lebens mehr Flüssigkeit im Subduralraum vorhanden ist als nach dem Tode, da sie gewöhnlich nur durch den feuchten Glanz, welche sie den Flächen der Häute verleiht, bemerkt wird; diese Flüssigkeit ist aber nach unseren Untersuchungen in nur sehr geringer Menge als eine dünne Schicht zwischen Dura und Arachnoidea vorhanden, und obwohl der Subduralraum überall zusammenhängt, scheint sie um das Gehirn etwas reichlicher als um das Rückenmark zu sein, was auch Quincke angenommen hat. Ferner müssen wir daran als einer bewiesenen Thatsache festhalten, dass die Flüssigkeit, welche bei dem Herausnehmen des Gehirns an der Basis cranii angetroffen wird, nie auf eine vorher im Subduralraum vorhandene Flüssigkeit schliessen lässt, weil die grossen basalen Subarachnoidalräume dabei immer geöffnet werden und ihren Inhalt mehr oder weniger vollständig entleeren [1]).

Wenden wir uns jetzt zu der Frage von der Verminderung oder dem Verschwinden der immer unter normalen Verhältnissen in unbedeutender Menge vorhandenen Subduralflüssigkeit, welche bei Thieren bald nach dem Tode stattfindet. Wie wir sahen, nimmt Hitzig an, dass dies dadurch geschicht, dass die Flüssigkeit in die Hirnsubstanz imbibirt wird; er nimmt ferner an, dass sich das Gehirn während des Lebens dauernd in einem Zustand physiologischer Compression befindet und dass dadurch bereits unter normalen Verhältnissen ein Secretionsdruck existirt, »welcher einen höheren Werth besitzt, als derjenige ist, mit dem die eigene Elasticität und der Blutdruck das Gehirn gegen die Schädelwände treiben». Der Werth des normalen Hirndruckes giebt er nach Leyden und Jolly auf 100—110 Mm. Wasser im Mittel an. »Hört nun der Gegendruck des Blutes auf, so wird der Gesammtdruck zwar absinken, jedoch nicht ganz verschwinden, es wird gerade noch die Kraft übrig bleiben, mit der das comprimirte Gehirn seine Elasticitätsgrenzen wieder einzunehmen sucht, und in dieser Kraft ist wohl das Moment zu suchen, durch welches das Wasser aus dem Sacke der Dura in die Hirnsubstanz verdrängt wird». Dies Eindringen der Flüssigkeit in die Gehirnsubstanz ist indessen nur eine Hypothese. Man findet leicht, dass wenn das Gehirn nach dem Tode einen Druck auf die Subduralflüssigkeit ausübt, diese unverhältnissmässig viel leichter nach vielen anderen Seiten verdrängt werden kann als in die Hirnsubstanz selbst, wo schwere Hindernisse ihr entgegentreten. In erster Hand müsste sie, um dahin zu

[1]) Hier ist nicht der Ort auf pathologische Verhältnisse einzugehen. Einige Bemerkungen, welche mit der obigen Schilderung zusammenhängen, möchten wir uns indessen erlauben. Da während des Lebens eine Flüssigkeit, obwohl in sehr geringer Menge, im Subduralraume vorhanden ist, und da also hier wie anderswo eine beständige Secretion und Resorption stattfindet, so würde wohl öfter, als in späterer Zeit angenommen ist, unter pathologischen Verhältnissen diese Flüssigkeit vermehrt sein, sei es durch Steigerung der Secretion oder Hinderniss in dem normalen Verlauf der Resorption. A priori konnte es so erscheinen, und doch mögen, wie oben hervorgehoben wurde, alle erfahrene Pathologen in die angeführte betreffende Aeusserung Virchows im Allgemeinen einstimmen. Einer der Verfasser hat als Vorstand der pathologisch-anatomischen Anstalt in Stockholm während mehr als dreizehn Jahren Gelegenheit gehabt, eine grosse Menge von Fällen krankhafter Veränderungen in den Häuten des Gehirns ebenso wie von Hydrocephalus zu sehen. Die Fälle, wo er glaubte, Gründe dafür zu haben, eine Vermehrung der Flüssigkeit im Subduralraum anzunehmen, beschränken sich auf einige äusserst wenige. Es muss doch zugestanden werden, dass eine geringe Vermehrung der Flüssigkeit in diesem Raum sehr leicht übersehen werden kann. Gewöhnlich werden die Häute bei der Aufsägung des Schädels an einer oder anderen Stelle verletzt, und wenn eine kleine Menge Flüssigkeit dabei ausfliesst, ist es im Allgemeinen unmöglich zu entscheiden, woher sie stammt. Wenn die Flüssigkeit sehr schnell hervorquillt, mag dies ein Zeichen für eine subdurale Herkunft sein, weil bei einer Verletzung der Arachnoidea an der Convexität die Subarachnoidalräume sich weniger schnell entleeren, besonders wenn die Verletzung unbedeutend ist. Neulich kam indessen hier ein Fall vor, wo eine Ansammlung von Flüssigkeit im Subduralraum im höchsten Grade wahrscheinlich erschien. Es betraf einen älteren Säufer mit chronischer Verdickung sowohl der Dura als der Arachnoidea und des oberflächlichen Subarachnoidalgewebes. Die Dura war bei der Aufsägung des Schädels an einer kleineren Stelle durchgesägt und eine ganz unbedeutende Oeffnung auch in der Arachnoidea gemacht worden. Wie die austretende Flüssigkeit sich verhielt, wurde nicht beobachtet; als aber das Schädeldach unmittelbar danach abgenommen wurde, sank die verdickte Dura in Falten über die Hirnfläche nieder, theilweise auf die Oberfläche der Arachnoidea herabfallend, grösstentheils aber ein oder mehrere Mm. davon entfernt. An diesen Stellen war Luft (nach dem Abfliessen der Flüssigkeit?) zwischen die beiden Häute eingetreten. Die Dura erschien also nicht unbedeutend räumlicher als der Umfang des Gehirns zusammen mit seiner weichen Haut. Nach dem Aufschneiden und Erheben der Dura wurde die verdickte Arachnoidea vollständig gespannt, eben und gleichmässig über die Gyri und Sulci verlaufend gefunden, und eine ziemlich reichliche Menge von Flüssigkeit war in den Sulcis vorhanden; aus der kleinen verletzten Stelle der Arachnoidea sickerte die Subarachnoidalflüssigkeit nur sehr unbedeutend hervor; der relativ geringere Umfang des Gehirns im Verhältniss zur Räumlichkeit der Dura schien also nicht durch das Abfliessen der Subarachnoidalflüssigkeit und das Einsinken der Arachnoidea erklärt zu werden, um so weniger als man ja äusserst oft Gelegenheit hat wahrzunehmen, dass die Arachnoidea bei einem Subarachnoidalödem lange ausgespannt bleibt, obwohl eine kleine Verletzung entstanden ist. Das Missverhältniss zwischen der Weite der Dura und dem Umfang des Gehirns schien deswegen darauf zu beruhen, dass eine im Subduralraum angesammelte Flüssigkeit während der Aufsägung sich entleert hatte. Der Fall ist indessen in Folge der kleinen Verletzung der Arachnoidea nicht vollkommen rein und beweisend. Darum ist er hier nicht als ein bestimmter Beweis für eine abnorme Ansammlung von Subduralflüssigkeit angeführt worden; er bietet doch solche Verhältnisse dar, welche zu finden sein müssen, wenn eine im Subduralraum angesammelte Flüssigkeit während der Aufsägung des Schädels, d. h. bei nicht unbeschädigten Häuten, ausfliesst.

gelangen die Arachnoidea durchdringen, um dann mit der Subarachnoidalflüssigkeit vermischt zusammen mit dieser in die Hirnsubstanz einzutreten. Bei Injectionen findet man indessen, dass eine Flüssigkeit, welche in dem Subduralraum einem Druck ausgesetzt wird, nicht diesen Weg sondern durch Vermittelung der Pacchionischen Granulationen, besonders beim Menschen, sehr leicht in die Venen übergeht, oder auch mittelst der Duralscheiden der Nerven in diese hinaus oder durch die Lymphgefässe in das Lymphsystem hinübertritt. Auf diesen Wegen, so dürfen wir wohl annehmen, entweiche auch wahrscheinlich die Subduralflüssigkeit nach dem Tode in Folge veränderter Druckverhältnisse, welche übrigens sehr schwer sind vollständig zu erörtern.

Die Subarachnoidalräume

und die allgemeine Anordnung der weichen Haut des Hirns und Rückenmarks.

Historischer Rückblick.

Μήνιγξ ἡ λεπτὴ, meninx tenuis, pia meninx, pia mater [1]) waren die von den alten Anatomen gebrauchten Benennungen der innerhalb der harten Haut das Gehirn und das Rückenmark zunächst umgebenden, membranösen Hülle. Sie betrachteten diese Hülle als eine einzige Membran und unterschieden also nicht an ihr verschiedene Lamellen. Der grosse Zwischenraum, welcher im Vertebralcanal zwischen dem Rückenmark selbst und dessen von der Dura und der Arachnoidea gebildeten Hülle, und der eben von Subarachnoidalräumen ausgemacht wird, wurde von den Alten vorbeigesehen. Andererseits findet man doch bei ihnen höchst beachtenswerthe Angaben, betreffs welcher man zuweilen in Unsicherheit geräth, in wie weit sie auf wirkliche Beobachtungen, in wie weit nur auf Vermuthung gestützt sind. So giebt z. B. Galenus an, dass alle abgehenden Nerven zunächst von einer Scheide der dünnen Membran innerhalb einer entsprechenden Umfassung der harten Haut umgeben sind, und Vesalius liefert eine Beschreibung und Abbildung einer solchen Scheide am Sehnerven, den sie zum Auge begleitet, um in die Uvea überzugehen. Dass die dünne Haut in die Hirnventrikel eindringt und dort die Plexus chorioideus bildet, war schon den älteren Anatomen wohl bekannt, sowie dass sie in die Furchen an der Oberfläche des Gross- und Kleinhirns Fortsätze einsendet.

Dass schon Vesalius, wie es bei Magendie—Jodin angegeben wird, die Arachnoidea als eine besondere Haut erkannt habe, ist, wie oben bemerkt wurde, nicht richtig. Betreffs des Rückenmarks findet man zuerst bei Vieussens eine bestimmte Unterscheidung zweier Lamellen, indem er angiebt, dass die Pia meninx, welche er in Uebereinstimmung mit älteren Verfassern am Gehirn als einfach annimmt, in den Vertebralcanal hinabsteigend sich in zwei Membranen spaltet, von denen die äussere das Rückenmark und dessen austretende Nerven umfasst, die innere das Mark eng umschliesst und auch die Nerven bekleidet.

Von einer Flüssigkeit in der weichen Haut ist bei den älteren Verfassern keine Rede. Wenn sie bei Leichenöffnungen eine derartige Flüssigkeit an der Oberfläche des Gehirns fanden, nahmen sie an, dass dieselbe unter der Dura (Vieussens) und somit im Subduralraum lag. Erst bei Pacchioni findet man unzweideutige Angaben über eine Flüssigkeit in der weichen Haut selbst, als er sowohl von einer in der Pia befindlichen Lympha, welche die Räume zwischen den Windungen des Gehirns erfüllt und auch im Vertebralcanal rings um das Rückenmark sich befindet, als auch von Lymphgefässen, welche überall in der Pia die Blutgefässe begleiten, spricht. Indessen fasste

---

[1]) Verum cerebri involucrum hæ sola tenuis meninx est, quam matrem arabicæ linguæ analogia tamquam membranarum principem ex barbaro vocis sensu piam anatomici nuperiores dixerunt. Haller: Elementa physiologiæ. T. IV. Lib. X.

auch er die weiche Haut als eine einzige auf. Nach und nach lernte man doch die äussere Schicht derselben (die Arachnoidea) als eine besondere Lamelle oder Membran zu unterscheiden. Wie wir in der obigen Historik hervorgehoben haben, scheint Varoli der erste zu sein, der sie als solche an der Basis des Gehirns demonstrirte, Casserio bildete sie von dort ab; Ruysch gab ihr den Namen Arachnoidea, seitdem er durch Aufblasen ihre Existenz als eine mittlere Membran, welche zwischen Dura und Pia liegt, auch an der Convexität des Gehirns nachgewiesen hatte. Von nun ab bezeichneten also bis in die letzte Zeit die Benennungen Arachnoidea und Pia im Allgemeinen ganz verschiedene Bildungen, sowie beide das, was man vorher nur Membrana tenuis oder Pia mater genannt hatte, zusammenfassten, wenn auch fortwährend häufig die Benennung Pia in derselben ausgedehnten Bedeutung wie vorher angewendet wurde. Durch Winslow, Lieutaud, Haller u. A. wurden nun die beiden Lamellen sowie ihr Verhalten zum Ligamentum denticulatum näher beschrieben; es wurde also geschildert, wie die innere Lamelle, die Pia, der Oberfläche des Gehirns mit allen ihren Einbuchtungen folgte, während die äussere, die Arachnoidea, gespannt über die Furchen, dieselben überbrückend, verlief, ebenso wie die beiden Lamellen durch zelluläres Gewebe vereinigt sind und die Venen in den Furchen zwischen die Lamellen gingen. Gegen die Auffassung von der Arachnoidea als einer besonderen Haut trat Lieutaud auf. Haller schilderte, wie vollständig die Arachnoidea am Rückenmark von der Pia getrennt und wie sie vom Rückenmark selbst weit entfernt ist, während am Gehirn die Arachnoidea, ohne in die Furchen einzutreten, doch mit der Pia viel mehr verwachsen ist. Durch Einblassen von Luft sah er, wie sie sich von der Pia erhob; grössere Höhlen entstanden am Gehirn nur dort, wo die zellulösen Verbindungsfasern sparsamer waren u. s. w. Zu der ziemlich vollständigen Kenntniss, welche Haller von der allgemeinen Anordnung der Pia und der Arachnoidea sowie vom Subarachnoidalgewebe besass, kommt noch hinzu, dass er oft in den Höhlen zwischen Pia und Arachnoidea des Gehirns Wasser wahrgenommen hat, ebenso wie am Lumbaltheil des Rückenmarks, wohin nach ihm dasselbe von den Hirnventrikeln hinabsteigen konnte; er nahm nämlich an, dass der vierte Ventrikel eine Oeffnung nach aussen habe, wovon unten die Rede sein wird. Er glaubte, dass im lebenden Thier ein deutlicher Dampf (Fumus), sei es aus der Aussenfläche des Gehirns oder aus der Ventrikelhöhle, ausdünstet. Er nahm vorzugsweise die Ausdünstung aus den Ventrikeln in Betracht, welche sich nicht immer zu Wasser sammelt und zuweilen den frischesten und unbeschädigsten Leichen mangelt. Diese Ausdünstung geschehe mittelst der Arterien, sowie die Resorption mittelst der Venen. Er scheint im Allgemeinen angenommen zu haben, dass eine Ansammlung von Wasser auf eine Erschlaffung der Venen in ihrem Dienste beruhe. Die Flüssigkeit ist nach ihm albuminös und coagulabel. Obwohl also Haller der Entdeckung der Cerebrospinalflüssigkeit nahe stand und obwohl schon vor ihm Pacchioni in dieser Hinsicht sehr beachtenswerthe Wahrnehmungen gemacht, sowie mehrere andere Forscher die Flüssigkeit als eine pathologische Bildung gesehen hatten, kann es doch nicht bestritten werden, dass Cotugno die Ehre gebührt, die eigentliche Entdeckung der genannten Flüssigkeit als einer constant und unter ganz normalen Verhältnissen während des Lebens vorkommenden Bildung gemacht zu haben. Er zeigte zuerst, dass sie den grossen Zwischenraum zwischen Dura und Rückenmark vom Occiput bis zum Sacrum, ebenso wie alle Zwischenräume zwischen Gehirn und Dura erfüllt, und er fand, dass solche Zwischenräume immer an der Gehirnbasis vorhanden sind, nicht selten aber und unter besonderen Verhältnissen bei alten Leuten und bei Kachektischen auch zwischen dem übrigen Gehirnumriss und der Dura mater vorkommt.

Betreffs der Experimente und der Beweisführung Cotugnos, welche darauf gerichtet waren, darzulegen, dass die nach dem Tode gefundene Flüssigkeit als solche und nicht als ein dampfiger Dunst (Nubes vaporosa) während des Lebens vorhanden war, weisen wir auf die allgemeine Historik hin, aus welcher hervorgeht, dass er nicht, wie es bei Magendie—Jodin angegeben wird, daran zweifelte, dass das Wasser auch beim Menschen während des Lebens vorhanden war, obwohl er dies nicht direct darlegen konnte. Eine nähere Beschreibung der Subarachnoidalräume gab Cotugno nicht. Dass er die Flüssigkeit sich innerhalb der Duralscheiden der Hirnnerven während ihres intracraniellen Verlaufes fortsetzen sah, wurde eben in der speciellen Historik des Subduralraums hervorgehoben. Die Vergessenheit, in welche die Entdeckung Cotugnos gerieth, ist ein eigenthümlicher Beweis daran, wie schwer es auch einer gut dargelegten und äusserst wichtigen Wahrheit sein kann, Gehör und Eintritt auch in die wissenschaftliche Welt sich zu verschaffen. Sömmering kannte zwanzig Jahre später nicht mehr von der Cerebrospinalflüssigkeit, als was in seiner Aeusserung liegt, dass man oft zwischen der Arachnoidea und der Gefässhaut schleimiges Wasser antrifft. Durch die Lehre Bichats, dass die Arachnoidea ein geschlossener seröser Sack, den übrigen serösen Häuten des Körpers analog, sei, wurde die Aufmerksamkeit von den Subarachnoidalräumen und ihrem Inhalt gezogen und vorzugsweise auf den sog. Arachnoidalsack gerichtet; zu diesem wollte man nun die normale sowie die krankhafte

Secretion der Arachnoidea verlegen. Boyer schildert die weiche Haut in hauptsächlicher Uebereinstimmung mit älteren Verfassern. Wie vollständig die Entdeckung Cotugnos vorbeigesehen war, beweist die Aeusserung Keuffels, dass der Umstand ihm merkwürdig und unerklärt schien, dass die harte Haut »einen weit grössern Durchmesser hat als das Rückenmark und ihr Contentum wie ein weiter Sack umgiebt». Uebrigens findet man bei Keuffel die bemerkenswerthe Beobachtung, »dass die sogenannte Gefässhaut des Rückenmarks eigentlich gar nicht dazu dient, die Blutgefässe zu führen, die in das Mark gehen sollen, denn diese sind nur an ihre äussere Oberfläche angeheftet».

Als ein Beispiel der Auffassung der fraglichen Verhältnisse während dieser Zeit mag auf die Schilderung Burdachs hingewiesen werden. Er unterschied am Rückenmark in Uebereinstimmung mit Bichat eine innere (an die äussere Fläche der Gehirnhaut sich anschliessende) und eine äussere (an der inneren Fläche der Faserhaut sitzende) Hälfte der Arachnoidea, und er nimmt der herrschenden Theorie gemäss an, dass die einander zugekehrten Flächen der beiden Hälften vermöge ihrer serösen Absonderung den Dunstkreis des Rückenmarks bilden, der zugleich »die Trennung der Gefässhaut und Faserhaut aufrecht hält, und, wenn die Ausdünstung über die Rücksaugung überwiegend wird, in Wasseranhäufung ausartet». Hier findet man also wieder Dunst anstatt Wassers, und dies letztere, wenn es vorhanden ist, als eine pathologische Bildung betrachtet und noch dazu an einen unrichtigen Platz verlegt. Mehrere Umstände bei der Burdach'schen Schilderung machen es doch wahrscheinlich, dass man hier schon eine Verwechselung zwischen Subarachnoidalraum und Subduralraum am Rückenmark vor sich hat, so dass jener als der Arachnoidalsack selbst angesehen wurde — eine Verwechselung, welche, wie schon oben angegeben ist, bei den Verfassern nicht selten vorkommt.

Die Cerebrospinalflüssigkeit als eine normalmässig und constant während des Lebens vorhandene Bildung musste von Neuem entdeckt werden, und dies geschah durch Magendie. Er zeigte ausserdem, dass diese Flüssigkeit an der Oberfläche des Gehirns und Rückenmarks unter der Arachnoidea in den Subarachnoidalräumen liegt, und bewies durch Versuche, dass sie unter positivem Druck steht, sowie dass eine beständige Bewegung in ihr vor sich geht und diese Bewegung in Zusammenhang mit der Respiration steht. Den Subarachnoidalräumen selbst widmete er genauere Studien als Jemand vor ihm und sogar die Meisten nach ihm. Betreffs der übrigen Darstellung Magendies mag auf die obige allgemeine Historik hingewiesen werden; hier soll nur Folgendes hervorgehoben werden. Um das Gehirn erfüllt die Flüssigkeit das zellig-vasculäre Gewebe zwischen Pia und Arachnoidea visceralis nicht nur in den Furchen, sondern auch über die Windungen. An der Basis cranii erstreckt sie sich über die ganze Gehirnfläche; hier geht sie aber kaum über die Windungen selbst. Alle Gehirnnerven werden bis zu ihrem Austritt durch die Dura mater davon umspült u. s. w. An gewissen Puncten der Oberfläche des Gehirns ist die Flüssigkeit in grösserer Menge angesammelt; diese Stellen nannte Magendie »Zusammenflüsse» (Confluents). Er nahm vier solche an; der erste oder hintere Zusammenfluss ist der bedeutendste und liegt unter und hinter dem kleinen Gehirn. Der zweite oder untere liegt vor dem Pons Varolii und zwischen den Pedunculi cerebri; die Arteria basilaris befindet sich in ihm. Der dritte oder obere liegt hinter, über und zu beiden Seiten der Glandula pinealis. Der vierte oder vordere befindet sich vor dem Chiasma nervorum opticorum. Zu diesen Zusammenflüssen konnte man nach ihm noch die kleinen flüssigen Massen rechnen, welche das Ganglion des fünften Paares rechts und links umgeben; dies wäre dann die seitlichen Zusammenflüsse. Im Subarachnoidalraum des Rückenmarks fand er und beschrieb das Septum posticum als eine Art Raphe oder Mediastinum posterius, welches aus dünnen durchsichtigen Lamellen bestehe, die durch kleine Zwischenräume von sehr verschiedener Gestalt und Grösse unregelmässig getrennt seien. Die Flüssigkeit auf der Oberfläche des Gehirns könne ihre Lage nicht so leicht wechseln als die der Wirbelsäule und Hirnventrikel, da sie in dem Zellgewebe der Arachnoidea liegend von demselben zurückgehalten werde; es schien ihm als ob der Falx cerebri und das Tentorium cerebelli Grenzen seien, die sie nur schwer übersteige. Doch nahm er offenbar einen ununterbrochenen Zusammenhang zwischen den Räumen an, welches übrigens seine Injectionen bewiesen.

Es möchte den Anschein haben, als ob die Lehren Magendies, von seiner Meisterhand dargelegt und auf genaue Untersuchungen und beweisende Versuche gestützt, einen schnellen Eintritt in die Wissenschaft gewinnen sollte; allein so geschah es doch keineswegs. In Frankreich schloss sich Cruveilhier vollständig ihm an. In Deutschland war es vor Allem Ecker, welcher sie bekantzumachen strebte, woneben er durch eigene Untersuchungen die Gesetze der Bewegungen des Gehirns und Rückenmarks sowie der Strömung der Cerebrospinalflüssigkeit zu erforschen suchte. Er leugnete, wie oben angeführt ist, ihr Vorhandensein im Subduralraum und verlegte sie, wie Magendie

zu den Subarachnoidalräumen und Ventrikeln, während andere Verfasser noch lange Zeit nach den Mittheilungen Magendies in den von der Bichat'schen Lehre stammenden Ansichten mehr oder weniger befangen waren (Krause, Valentin u. A.). Durch Ecker, Kölliker, Virchow, Bruns, Luschka u. A. wurde doch endlich die Lehre von der Lage der äusseren Cerebrospinalflüssigkeit in den Subarachnoidalräumen vollkommen festgestellt. Ja, man kam sogar zu der Ansicht, dass während des Lebens keine oder eine nur minimale Flüssigkeit im Subduralraume vorhanden sei, oder auch unterschied man ausser der Ventrikelflüssigkeit einen Liquor arachnoidalis und einen subarachnoidalis; die Ansichten wechselten sehr darüber, ob diese Flüssigkeiten vollständig getrennt seien oder ob sie unter einander in offener Verbindung ständen. Betreffs der näheren Verhältnisse in dieser Hinsicht weisen wir zu der allgemeinen Historik und zu der speciellen Historik des Subduralraums, sowie zu der folg. speciellen Historik über die Frage von dem offenen Zusammenhang der Ventrikel mit den Subarachnoidalräumen.

Allein nicht nur in Betreff der eben erwähnten Verbindung entstanden verschiedene Ansichten. Man hat auch bezweifelt oder geleugnet, dass die Subarachnoidalräume selbst in ununterbrochenem Zusammenhang unter einander stehen, sowie dass sie überall vorhanden sind; ebenso sind verschiedene Meinungen darüber entstanden, ob etwaige von den Subarachnoidalräumen getrennte Lymphbahnen vorhanden sind oder nicht.

E. H. Weber nahm an, dass die Arachnoidea auf der Oberfläche der Windungen des grossen und kleinen Gehirns unzertrennlich der weichen Haut anliege, und Kölliker sagt, dass sie hier mit der Pia »verklebt und selbst verwachsen» ist, und da sie ausserdem, wo dies nicht der Fall war, durch viele Fortsätze mit ihr vereinigt sei, »so findet sich auch am Gehirn kein zusammenhängender Unterarachnoidalraum, sondern viele grössere und kleinere, nur zum Theil communicirende Räume». Die grossen Räume an der Basis des Gehirns gehen nach ihm direct in den Subarachnoidalraum des Rückenmarks über, während die kleineren, entsprechend den Sulcis, »zum Theil wohl unter einander, aber, wenigstens die meisten, nicht mit den erwähnten grösseren Räumen zusammenhängen». Diese Ansichten dürfen bei weitem die bis zu der letzten Zeit vorherrschenden gewesen sein. Eine wichtige Stütze erhielten sie dadurch, dass Virchow fast in derselben Richtung sich aussprach und als Grund hierfür einen von ihm zusammen mit Kölliker gemachten Versuch anführte. Betreffs der Auffassung Virchows von den serösen Räumen um das Rückenmark mag auf die specielle Historik des Subduralraums hingewiesen werden. Auch Bruns, welcher den weitesten Stellen des Subarachnoidalraums am Gehirn den Namen Sinus subarachnoidales gab, äusserte Zweifel über den überall offenen Zusammenhang der Räume. Den Zusammenhang zwischen den Subarachnoidalräumen des Rückenmarks und des Gehirns, nicht nur denjenigen an der Basis des letzteren sondern auch den über der Convexität befindlichen, also die offene Verbindung der Subarachnoidalräume im Allgemeinen, suchte Luschka durch Injectionen und andere Versuche darzulegen; wie überzeugend auch seine Versuche erschienen, haben sie doch nicht die verdiente Anerkennung erhalten. Luschka widmete übrigens auch den Subarachnoidalräumen ein umsichtiges Studium. Er sucht die Selbstständigkeit der Arachnoidea um das ganze Gehirn aufrechtzuhalten, und äussert, dass diese Haut auch über den Windungen durch einen »zu einem verhältnissmässig engmaschigen Netzwerk verbundenen Zellstoff, ein subseröses Bindegewebe, mit Pia vereinigt» wird, so dass die dünne Cerebrospinalflüssigkeit durch jenes Gewebe fliessen kann. Die an der Grundfläche des Gehirns befindlichen, sehr umfänglichen Subarachnoidalräume, Magendie's Zusammenflüsse, nennt er mit Bruns »Sinus subarachnoidales» und unterscheidet unter ihnen drei unpaarige, in der Mittellinie gelegene und drei paarige, seitlich gelegene. Betreffs seiner Schilderung von der Lage und Ausbreitung derselben mag hier auf die allgemeine Historik hingewiesen werden.

Reichert erkennt keine Sonderung zwischen Arachnoidea und Pia mater, weder am Gehirn noch am Rückenmark, sondern betrachtet beide als ein untrennbares, einheitliches Ganze, eine Haut, deren äussere Grenzschicht (die Arachnoidea) durch ein bindegewebiges Stroma mit der inneren Grenzschicht (die Pia) vereinigt ist. Seine Auffassung von den Subarachnoidalräumen war nicht geeignet, die Verhältnisse zu erhellen (s. o.).

Nach Luschkas Arbeiten erschienen keine wichtigere Beiträge zur Kenntniss dieser Räume, bis zu den Untersuchungen von His. Bevor wir zu diesen übergehen, müssen wir doch einen Rückblick auf die älteren Ansichten betreffs besonderer Lymphbahnen in der weichen Haut werfen. Schon Pacchioni sagt, dass Lymphgefässe die Blutgefässe dieser Haut begleiten; dann findet man, dass verschiedene Verfasser entweder solche wahrgenommen zu haben glaubten oder auf theoretische Gründe hin ihr Vorhandensein theils in der Pia, theils in der Arachnoidea, theils in dem diese vereinigenden Zellgewebe, theils endlich an mehreren dieser Bildungen auf einmal annahmen; manche Verfasser haben indessen von solchen Lymphgefässen nichts zu melden. Soemmering lässt ihre Existenz unentschieden; Boyer erklärt, dass hier noch keine Lymphgefässe gefunden sind; Barba sah in der Arachnoidea

»ein wundervolles Gewebe von lymphatischen Gefässen» und nach ihm war auch die Pia mater voll von lymphatischen Gefässen; Burdach meint, dass man ihr Vorhandensein voraussetzen muss, wogegen E. H. Weber angiebt, dass die Pia Saugadern besitzt u. s. w. Erst durch Fohmann und Fr. Arnold gewann indessen die Lehre von wirklichen Lymphbahnen in der Pia einen festeren Boden. Nach Fohmann sind sie leicht an der Oberfläche des kleinen und grossen Gehirns durch Aufblasen darzustellen; sie haben nach ihm schwache Wände und zerreissen leicht bei Quecksilberinjection; sie liegen zwischen der Gefässhaut und der Arachnoidea und sind von grösserem Umfang als in anderen Geweben des Körpers. Er nahm an, dass sie mit Lymphgefässen des Gehirns in Verbindung stehen. Ihre Stämme begleiten die Blutgefässe bis zu den Austrittslöchern derselben, aber ihren Austritt durch diese Löcher konnte er nie wahrnehmen, und er glaubte, dass die Lymphgefässe des Gehirns vielleicht keine Verbindung mit dem übrigen Lymphgefässsystem eingehen, sondern nur mit den Venen.

Noch eingehender beschrieb, wie wir oben gesehen haben, Fr. Arnold diese Lymphgefässe nach Quecksilberinjection; er unterschied drei verschieden gelegene und beschaffene Netze: 1. ein oberflächliches sehr feines, direct unter dem serösen Theil der Arachnoidea befindliches; 2. ein gröberes etwas tiefer gelegenes, und 3. ein noch tieferes und gröberes in der Pia mater selbst. Ueber die Beschaffenheit dieser verschiedenen Netze s. o. Arnold glaubte mit Grund annehmen zu können, dass auch die Substanz des Gehirns von Saugadern durchzogen wird und vermuthet, dass diese in Begleitung der Gefässstämme verlaufen, weil jene Stämmchen gerade an solchen Stellen aus der Hirnmasse hervorzutreten scheinen, an denen Venen herauskommen, die sich alsdann in die Gefässgeflechte einsenken. Die Stämme folgten sowohl in den Gefässgeflechten als auf der Hirnoberfläche der Richtung und dem Verlauf der Venen; Arnold nahm deswegen an, dass die Hauptstämme durch dieselben Löcher heraustreten, durch welche die Arterien und Venen des Hirns ein- und austreten; er konnte diese Thatsache doch nicht direct demonstriren.

In Inneren des Gehirns schilderten Kölliker, Virchow und Robin eigenthümliche Scheiden um die Gefässe, welche nach Robin den die Arterien der Reptilien umscheidenden Lymphgefässen ähnelten.

His beschrieb nun im Gehirn und Rückenmark seine bekannten perivasculären Räume, welche doch nichts mit den eben genannten adventitiellen Scheiden gemein hatten, sondern ausserhalb dieser zwischen ihnen und der umgebenden Hirnsubstanz lagen. Durch Einstichinjectionen injicirte er diese perivasculären Canäle und fand sie an der Oberfläche des Gehirns in einen Raum, den epicerebralen Raum, ausmünden, welcher innerhalb der Pia mater über das ganze Gehirn zwischen dieser Haut und der Gehirnoberfläche sich ausbreiten soll; durch Löcher der Pia rings um die Blutgefässe, wo diese von der Pia ins Gehirn eintreten, hängt nach ihm der epicerebrale Raum mit Lymphcanälen in der Pia zusammen, welche die Blutgefässe begleiten und sie als Mantelröhre einhüllen. Die die eigentliche Cerebrospinalflüssigkeit enthaltenden Subarachnoidalräume stehen aber nach His in keiner Verbindung mit diesen Mantelröhren ebenso wenig wie mit den epicerebralen Raum. Die Mantelröhre hielt er für die vorher geschilderten Lymphcanäle der Pia, und der epicerebrale Raum schien ihm dem am tiefsten liegenden Lymphnetz Arnolds zu entsprechen. Eine Verbindung mit dem allgemeinen Lymphsystem fand His ebensowenig wie Fohmann und Fr. Arnold. Rings um das Rückenmark befindet sich nach ihm ein dem des Gehirns entsprechender Raum zwischen der Pia und der Oberfläche des Marks, in welchen die perivasculären Räume ausmünden, aber dieser Raum hängt, wie er meint, nicht mit etwaigen mantelförmigen Räumen in der Pia medullaris zusammen; His fand in der That keinen Ablauf für diesen grossen epimedullaren Raum. Frommann, welcher übrigens eine in mehrfacher Hinsicht gute Schilderung von dem Verhalten der Arachnoidea zur Pia am Rückenmark gab, opponirte zwar, was das Rückenmark betrifft, gegen die His'sche Beschreibung von den perivasculären Räumen, indem er sie als Kunstproducte betrachtete; sonst wurde diese aber im Allgemeinen als richtig angenommen. Vollständig wurde sie von Luschka adoptirt, ebenso von Kölliker, welcher doch betreffs der perivasculären Räume des Gehirns äussert, dass sie nach aussen begrenzt sind durch die von ihm vorher an allen Arterien und gröberen Capillaren beschriebene structurlose Haut. In hauptsächlicher Uebereinstimmung mit His wurden übrigens die perivasculären Räume und der epicerebrale Raum, was das Kleinhirn betrifft, von Henle und Merkel beschrieben; ebenso wie im Ganzen auch von Roth und von Eberth; die Schilderungen der letzteren Verfasser betreffen indessen besondere Structurverhältnisse, welche mit den genannten Räumen in Zusammenhang stehen; wir werden unten näher darauf eingehen. Aus den Aeusserungen Schwalbes geht hervor, dass er die Subarachnoidalräume als von dem durch His beschriebenen Lymphsystem abgetrennt ansah. Obersteiner bestätigte im Allgemeinen die Angaben von His. Zu der Zeit, wo auch wir unsere ersten Mittheilungen veröffentlichten, sollten also nach den herrschenden Ansichten die serösen Räume um das Gehirn und Rückenmark, vom Subduralraum ganz abgesehen, in mehrere Abtheilungen getrennt sein, welche nicht mit einander in offener

Verbindung ständen; die Cerebrospinalflüssigkeit könnte also nur durch Diffusion aus der einen derselben in die anderen hinein gelangen. Die Subarachnoidalräume selbst ständen nur theilweise unter einander in Verbindung, sogar an der Basis des Gehirns, und vom convexen Theil desselben könnte keine Strömung nach den Subarachnoidalräumen des Rückenmarks stattfinden. Ferner hatte man in den Perivascularräumen des Gehirns, dem Epicerebralraum und den mantelförmigen Röhren um die Blutgefässe der »Pia», ein ganz abgetrenntes System, welches nicht mit den Subarachnoidalräumen in Zusammenhang stehen sollte und welches zu dem allgemeinen Lymphsystem gerechnet wurde, obwohl keine wirkliche Verbindung mit demselben dargelegt war; endlich hatte man am Rückenmark ein ähnliches System von Perivascular- und Epimedullarräumen, welches sogar keinen Abfluss mit den Blutgefässen der Pia besass. Hierzu gehört noch, dass nach einer damals allgemein herrschenden Vorstellung auch die Ventrikel gegen die Subarachnoidalräume (s. u.) abgeschlossen waren.

Das in so mancherlei Hinsicht Unbefriedigende bei dieser Auffassung gab die Anleitung zu unseren Untersuchungen. Wir zeigten nun, dass durch Injectionen unter gelindem, constantem Druck sowohl bei lebenden als bei todten Thieren und bei Menschen, alle Subarachnoidalräume sowohl am Gehirn als am Rückenmark in offener Verbindung mit einander stehen, dazu aber noch mit den sog. Lymphcanälen um die Blutgefässe der weichen Haut herum zusammenhängen, welche letztere nichts Anderes, als die längs den Blutgefässen verlaufenden, betreffs ihrer Form etwas modificirten Subarachnoidalräume sind. Wir glaubten anfangs den His'schen Epicerebralraum bestätigen zu können, fanden aber bald, dass, wenn die Injectionsflüssigkeit sich zwischen Pia und Hirn- oder Rückenmarksoberfläche ausbreitet, dies auf Berstungen beruht; dagegen fanden wir, dass die Pia mit den ins Gehirn und Rückenmark ein- und austretenden Blutgefässen trichterförmige Verlängerungen oder Hüllen einsendet, welche im Inneren dieser Organe als Scheiden um die Blutgefässe sich fortsetzen und nichts Anderes sind als die hier vorher von Kölliker, Virchow und Robin beschriebenen Adventitialscheiden. Die Injectionsflüssigkeit ging von den Subarachnoidalräumen durch die Piatrichter auch bei lebenden Thieren in die Scheiden hinein, ohne irgendwo in die His'schen Epicerebral-, resp. Epimedullar-, und Perivascularräume auszutreten, und dies sogar bei sehr starker Füllung der Subarachnoidalräume. Wir betonten auch, dass bei inflammatorischen Zuständen man die Subarachnoidalräume, die Piatrichter und die Adventitialscheiden mit lymphoiden Zellen vollgepfropft finden kann, ohne dass solche zwischen Pia und Gehirn zu finden sind. Wir verneinten deswegen als natürliche Bildungen die His'schen Perivascularräume, den Epicerebral- und Epimedullarraum und zeigten, wie leicht diese durch Stichinjectionen künstlich dargestellt werden konnten.

Henle suchte indessen, was das Kleinhirn betrifft, in seiner Anatomie die von ihm und Merkel vorher gegebene Auffassung von den genannten Perivascularräumen, sowie von dem Epicerebral- und Epimedullarraum aufrechtzuhalten. Seine Beschreibung vom Verhalten der Pia zu der Oberfläche des Grosshirns und des Rückenmarks gestattet doch, was diese letzteren Organe betrifft, schwerlich das Vorhandensein des lymphatischen Zwischenraums unter der Pia. Das Subarachnoidalgewebe selbst wird übrigens von Henle im Ganzen genommen als ein physiologisch wassersüchtiges Bindegewebe von allerdings ungewöhnlich lockerer Beschaffenheit bezeichnet, und er nimmt an, dass die areoläre Beschaffenheit des Gewebes der Flüssigkeit eine fast so rasche Ortsbewegung erlaubt als wenn sie frei das Centralorgan umspülte. Indessen trat auch Golgi gegen die normale Existenz der Perivascularräume im Gehirn sowie gegen die des Epicerebralraums auf; bei Injectionen durch den Subarachnoidalraum fand er in Uebereinstimmung mit uns, dass die Masse in die Lymphgefässe der Pia eindrang und von diesen in die Gefässscheiden im Gehirn verlief, ohne in den Epicerebral- oder die Perivascularräume auszutreten. Die auf der Oberfläche der Hirnwindungen verlaufenden Blutgefässe besitzen nach ihm sehr weite Lymphscheiden, und von diesen werden die in die Gehirnsubstanz eintretenden Gefässe mit ihren Scheiden bekleidet. Quincke nahm auf Grund seiner Versuche bei lebenden Thieren an, dass ein Zusammenhang zwischen den Subarachnoidalräumen des Gehirns und Rückenmarks vorhanden sei. Boll gab an, dass von den subarachnoidalen Räumen eine Füllung der Lymphgefässe der Pia (der His'schen Mantelröhre um die Blutgefässe) niemals gelingt; dagegen wurde aber die Existenz der Epicerebral- und Perivascularräume auch von ihm bestritten, und er beschrieb den trichterförmigen Ursprung der adventitiellen Lymphscheiden der Hirnblutgefässe aus der Pia etwa in derselben Weise wie wir. Frey schloss sich nach eigenen Erfahrungen betreffs der künstlichen Enstehung der Epicerebral- und Perivascularräume uns vollständig an; er leugnet auch nicht das Vorhandensein von Perivascularräumen zwischen der Adventitialhaut der Gefässe und der angrenzenden Neuroglia. Dagegen nimmt Frey an, dass die Pia mater reichlich entwickelte lymphatische Canäle enthält; eine

offene Verbindung zwischen sämmtlichen Subarachnoidalräumen scheint er nicht zu erkennen, als er sagt, dass sie »mehr oder weniger mit einander in Communication» stehen. Spätere Untersuchungen liegen hier nicht vor.

Betreffs der übrigen Verbindungen der Subarachnoidalräume werden wir im folgenden Capitel die Frage von ihrem Zusammenhang mit den Ventrikeln besprechen; dort wird auch ein historischer Rückblick auf die bezüglichen wechselnden Ansichten geliefert. Betreffs des Zusammenhangs derselben mit wirklichen Lymphgefässen haben wir angegeben, dass wir von den Subarachnoidalräumen (bei Kaninchen) eine Injection der Lymphnetze der Nasenschleimhaut erhalten haben, ganz wie vom Subduralraum hinaus. Natürlicherweise darf man keine Schlüsse in dieser Hinsicht aus solchen Injectionen ziehen, welche gleichzeitig im Subduralraum und in den Subarachnoidalräumen verliefen. Die Injectionen Schwalbes, welche immer von dem ersteren Raum aus gemacht wurden, können deswegen keinen Schluss betreffs des directen Zusammenhangs der Lymphgefässe mit den Subarachnoidalräumen gestatten.

Wenden wir uns jetzt zur Frage über das Verhalten dieser Räume zu den abgehenden Nerven, so finden wir, dass ältere Verfasser, wie Galenus, Vesalius, Winslow u. A. zwar angeben, dass die weiche Haut mit den Nerven Scheiden innerhalb der Duralscheiden absendet; so lange man aber gar keine Subarachnoidalräume kannte, war es ja nicht möglich, dass eine Frage von ihrer Fortsetzung mit den Nerven entstände. Cotugno lässt wohl die Gehirnnerven während ihres intracraniellen Verlaufs und den Opticus bis zum Bulbus von Duralscheiden sowie von Cerebrospinalflüssigkeit begleitet sein, er giebt aber keine Darstellung von dem betreff. Verhalten der Arachnoidea und den unter ihr befindlichen Räumen. Die Verfasser, welche die Arachnoidea in Uebereinstimmung mit Bichat auffassten, scheinen, wie auch natürlich war, angenommen zu haben, dass die Subarachnoidalräume an der Umschlagstelle der Arachnoidea endigen. Magendie sah indessen, dass die Cerebrospinalflüssigkeit und nach seiner Auffassung damit auch die Subarachnoidalräume sich mit dem fünften Nervenpaar um das Ganglion Gasseri und mit dem Acusticus und Facialis bis zum Boden des Meatus auditorius internus fortsetzten, ohne in directer Verbindung am letztgenannten Ort mit der Flüssigkeit des Labyrinthes zu stehen; den Sehnerven sollte sie aber beim Eintritt in die Orbita verlassen. Bei Luschka finden wir aber die bemerkenswerthe Angabe, dass das Visceralblatt der Arachnoidea spinalis um die Wurzeln der Rückenmarksnerven scheidenartige Fortsätze bildet, welche innerhalb der entsprechenden Dura-materscheiden nach auswärts sich verfolgen lassen und erst jenseits der Ganglien in der Neurilembildung aufgehen; von der Arachnoidea cerebralis nahm er, wie wir gesehen haben, an, dass sie mit jedem austretenden Gehirnnerv eine scheidenartige Umhüllung sendet, welche zusammen mit den entsprechenden Scheiden der Dura und Pia mater den Anfang zur Bildung seines Neurilems abgiebt; diese Scheide wurde aus den tieferen Lagen des Gewebes der Arachnoidea gebildet, während die oberste Schicht zur Erzeugung der parietalen Spinnwebenhaut auf die innere Oberfläche der Dura übergeht. Dass die Subarachnoidalräume die Nerven begleiten, giebt er aber nicht an. Andere Verfasser, welche der Bichat'schen Auffassungsweise nicht huldigten, scheinen, wie z. B. Hyrtl, angenommen zu haben, dass die Scheiden, welche die Arachnoidea mit den Nerven sendet, blind endigten, oder liessen sie in das Neurilem und die Dura mater übergehen oder mit diesen verwachsen, wobei keine Fortsetzung der Subarachnoidalräume den geltenden Ansichten gemäss vorhanden sein konnte. Wir zeigten dann, dass die Arachnoidea mit den Nerven innerhalb der sie begleitenden Duralscheiden besondere Scheiden absendet, sowie dass die Subarachnoidalräume innerhalb dieser Scheiden sich fortsetzen und wie der Subduralraum in eigenthümliche Lymphbahnen im ganzen peripherischen Nervensystem übergehen; Quincke bestätigte dies, besonders dass während des Lebens eine Strömung stattfinde, da er nach Einspritzungen von Zinnober in die Subarachnoidalräume bei lebenden Thieren die Zinnoberkörner in spinalen Nerven ausserhalb der Ganglien wiederfand.

Wie beim Subduralraum so fanden wir auch bei den Subarachnoidalräumen, dass die Pacchionischen Granulationen für den Uebergang der Flüssigkeiten in das Venensystem von grosser Bedeutung sind (s. das betreff. Capitel).

---

[1]) In Zusammenhang mit diesem historischen Rückblick möchten wir auf die Verwirrung aufmerksam machen, welche betreffs der Terminologie der weichen Haut und der ihr angehörigen Schichten bei den verschiedenen Verfassern entstanden ist. Man wusste nicht, was zur Arachnoidea und was zur Pia gerechnet werden sollte. Zwar beruht dies theilweise auf einer ungenügenden Kenntniss des feineren Baues der weichen Haut; besonders nahm aber die Verwirrung zu, je mehr man die alte Bichat'sche Auffassung aufgab und die Arachnoidea zusammen mit dem Subarachnoidalgewebe und der Pia als eine einzige Hülle um Gehirn und Rückenmark anzusehen begann. Für diese Hülle im Ganzen findet man also bei den Verfassern die Benennungen »die weichen Häute», »die weiche Haut», »die Pia mater» angewandt. Die Namen Arachnoidea und Pia mater werden bald in weiter, bald in beschränkter Beziehung gebraucht. Sowohl in anatomischer als in pathologisch-anatomischer Hinsicht ist diese Unsicherheit sehr unbefriedigend und sogar irreleitend. Einige Verfasser haben dies auch ausgesprochen; so z. B. in der letzten Zeit Hitzig: »ich werde», sagt er, »im Folgenden, wenn ich von meinen eigenen

Beschreibung der Subarachnoidalräume.

Bei der Beschreibung der Subarachnoidalräume erscheint es uns am besten, von den Verhältnissen im Rückenmarkscanal auszugehen, weil eben diese die einfachsten sind. Zwischen der der Innenseite der Dura sich anschliessenden Arachnoidea und der das Rückenmark eng umfassenden Pia befindet sich, die gange Länge des Spinalcanales hindurch, der grosse Subarachnoidalraum des Rückenmarks, mit seinem Inhalt dieses Organ sowie die Cauda equina und die austretenden Nervenwurzeln umspülend. Dieser grosse Zwischenraum, welchen wir das *Spatium subarachnoidale medullæ spinalis* nennen wollen, ist zwar überall zusammenhängend, wird aber doch nicht nur durch die Ligamenta denticulata, sondern auch durch Subarachnoidalhäutchen verschiedener Art in gewisse Abtheilungen gesondert. Anfangs werden wir dies aber nicht berücksichtigen, sondern statt dessen den Raum im Ganzen in Betracht nehmen, dabei hauptsächlich auf die Querschnitte gestützt, welche wir in der Tafel II wiedergegeben haben. Diese Querschnitte sind in der Weise dargestellt, dass wir zuerst an einer menschlichen Leiche eine Injection einer mit löslichem Berlinerblau gefärbten, ziemlich dünnen Leimlösung unter Erwärmen der zu injicirenden Theile in den Subarachnoidalraum bis zu mässiger Ausspannung desselben einfliessen liessen. Dann wurde die Leiche in horizontaler Stellung zum Frieren gelassen, wonach der Rückgrat im gefrorenen Zustand durch alle Wirbel ihrer ganzen Länge hinab nach und nach durchgesägt wurde. Die Abbildungen ebenso wie alle Masse sind an diesen Querschnitten, während sie noch gefroren waren, ausgeführt; dann wurden die Präparate in Müller'scher Flüssigkeit und Weingeist erhärtet und die Abbildungen sowie die Masse noch einmal an denselben controllirt. Die Figuren 1—16 stammen alle von derselben Leiche her; sie mögen also geeignet sein, die relative Räumlichkeit u. s. w. des Subarachnoidalspatium an verschiedenen Stellen und in mässiger Ausspannung wiederzugeben. Die Figuren 17—19, welche die Querschnitte einer anderen in derselben Weise behandelten Leiche, wo aber die Ausspannung grösser war, darstellen, sind zum Vergleich beigefügt. An solchen Querschnitten tritt im Allgemeinen nicht die äusserst dünne Arachnoidea zwischen der blauen Leimmasse und der Dura hervor, weswegen sie, ebenso wie die feinen Subarachnoidalhäutchen und Balken, in den Abbildungen nicht wahrzunehmen ist.

Erfahrungen spreche, nur die Benennungen 'Dura' und 'Pia' anwenden, denn heut zu Tage versteht fast Jeder etwas Anderes, wenn er von 'der Arachnoidea' spricht, ohne dass doch die Berechtigung dieser verschiedenen Anschauungsweisen hier erörtert werden könnte». Da aber HITZIG die ganze Haut Pia nennt, so kann dies nicht eben eine gute Wahl heissen; wenn er z. B. von einer Läsion der Pia spricht, weiss man nicht, ob nur die Subarachnoidalräume geöffnet sind oder die Läsion die ganze Haut bis zur Hirnoberfläche betrifft. Aus Allem geht hervor, dass man nothwendig eine bestimmte, gut präcisirende Terminologie feststellen muss.

Um zu einer solchen beizutragen, gaben wir in einer unseren älteren Mittheilungen (Nord. Med. Arkiv 1870) an, dass wir den Namen »Arachnoidea» nur auf die äussere Verdichtungsschicht beschränkten, den Namen »Pia» der inneren Verdichtungsschicht gaben und dass wir »Subarachnoidalgewebe» alles zwischen den beiden erwähnten Schichten befindliche Gewebe nannten. Diese Bezeichnungen scheinen uns immer die nöthige Präcisirung darzubieten.

Indessen wäre es jedenfalls wünschenswerth, eine alle Schichten zusammenfassende Benennung der innerhalb der Dura mater befindlichen Hülle zu haben. »Pia mater» wäre jedenfalls die geeignetste, aber dann müsste man der inneren Verdichtungsschicht einen neuen Namen geben, und dies würde vielleicht neue Verwirrunnen veranlassen. Deswegen scheint uns am besten eine andere Uebersetzung des alten Namens μήνιγξ ἡ λεπτή als eine die ganze Hülle umfassende Benennung anzuwenden. In dieser Hinsicht bietet sich die in der älteren Literatur vorkommende »Meninx tenuis» oder im Deutschen »die weiche Haut» an. Diese Bezeichnung würde also immer die ganze weiche Hülle, also die Arachnoidea, das Subarachnoidalgewebe und die Pia mater umfassen Eine Benennung, welche sich sonst gut eignete, wäre »die eigene Haut» des Gehirns und Rückenmarks oder Membrana propria cerebri et medullæ spinalis. Da jeder neue Name, wenn nicht allgemein angenommen, nur beschwerlich ist, wollen wir nicht auf die Einführung dieser Bezeichnung bestehen; wir schlagen sie indessen den Verfassern vor und werden dieselbe vielleicht das eine oder andere Mal anwenden.

In Zusammenhang hiermit gestatten wir uns eine andere Bemerkung, nämlich betreffs der Bezeichnung »Arachnoidalraum». Derselbe stammt eigentlich aus der Zeit her, wo man die Arachnoidea als einen serösen Sack ansah, und er soll wie bekannt den Raum zwischen Dura und Arachnoidea bezeichnen. Indessen findet man nicht selten bei den Verfassern, dass darunter auch Räume unter der Arachnoidea, also Subarachnoidalräume, bezeichnet wurden. Dies muss nothwendig zu mancherlei Missverständnissen Anlass geben, und das ist in der That mehrmals geschehen; Beispiele davon wären leicht anzuführen. Oft weiss man nicht sicher, was der eine oder andere Verfasser mit dem Namen Arachnoidalraum meint. Um in dieser Hinsicht jeder Möglichkeit einer Verwechselung zu entgehen, haben wir (Nord. Med. Ark. 1870) vorgeschlagen, diesen Namen vollständig zu verwerfen, und statt desselben den Raum unter der Dura, zwischen ihr und der Arachnoidea, »den Subduralraum», sowie, wie gewöhnlich, die Räume unter Arachnoidea, zwischen ihr und der Pia, mit »Subarachnoidalräume» zu bezeichnen.

Betreffs der allgemeinen Gestalt des Subarachnoidalspatium im Querschnitt, so muss sie, da die Dura die Arachnoidea dicht umschliesst, nach der Gestalt des Durarohres sich richten. Die letztere aber muss überall, wo nicht ein besonders reichliches Periduralgewebe wie im Sacralcanale (Fig. 15 u. 16) vorhanden ist, sich wesentlich nach dem Lumen des Spinalcanales selbst richten. Ein Blick auf die ganze Folge der Durchschnitte zeigt, dass das Subarachnoidalspatium im Cervicaltheil eine von vorn nach hinten etwas abgeplattete, ovale Gestalt hat; im Dorsaltheil ist dagegen seine Form mehr regelmässig rundlich und im Lumbaltheil wird sie mehr oder weniger prismatisch mit abgerundeten Ecken — dies Alles in Uebereinstimmung mit der Gestalt des Lumens der Wirbel im Querschnitt. Wenn die Schnitte die Austrittstellen der Nerven getroffen haben, wird das Subarachnoidalspatium nach den Seiten etwas ausgezogen. Die Fehler, welche dadurch in den Massen entstehen können, haben wir zu eliminiren versucht. Die Betrachtung der Figuren zeigt auch, dass das Durarohr und damit auch das Subarachnoidalspatium im oberen Cervicaltheil verhältnissmässig sehr räumlich ist, dass es dann im Dorsaltheil sich verengert, um wieder im Lumbaltheil erweitert zu werden, wonach es ziemlich schnell sich verschmälert. In der folg. Tabelle haben wir die Masse des Subarachnoidalspatium in Mm. an den verschiedenen Querschnitten zusammengestellt.

Masse an dem Subarachnoidalspatium des Rückenmarks.

Fig.	Wo die Durchschnitte gemacht worden sind.	Das ganze Rohr der Häute		Das Subarachnoidalspatium					Rückenmark	
		1 Frontal-Masse.	2 Sagittal-Masse.	3 rechts u. links a. d. Figur.	4 an beiden Seiten zusammen.	5 nach vorn.	6 nach hinten.	7 vorn und hinten zusammen.	8 frontal.	9 sagittal.
1	1:ste Halswirbel.......	24	15.5	6 — 6	12	1.5	3.5	5	12	10.5
2	3:te »	24	15	6 — 6	12 '	1.5	3	4.5	12	10.5
3	5:te »	23	14	5 — 5	10	1	3	4	13	10
	6:te »	23	15	5 — 5	10	2	3	5	13.1	10
4	7:te »	23	16	5.5 — 5.5	11	4	3	7	12	9
5	1:ste Dorsalwirbel...	22	15	5.5 — 6.5	12	4	2	6	10	9
	2:te »	18	15	5 — 4	9	2	4	6	9	9
6	3:te »	16.5	15	3.5 — 4	7.5	2	4	6	9	9
7	6:te »	14	13	2.5 — 2.5	5	1	3	4	9	9
	7:te »	14	13	3 — 3	6	1	4	5	8	8
	9:te »	16	13.5	4 — 4	8	1	4.5	5.5	8	8
8	10:te »	16	14	4 — 4	8	2	4	6	8	8
9	12:te »	19	15	5 — 5	10	3	3	6	9	9
10	1:ste Lumbalwirbel.	23(?)	17	7 — 7 (?)	14	3.5	4.5	8	9	9
11	2:te »	23	18	8 — 9	17	5.5	6.5	12	6	6
12	3:te »	24	17							
13	4:te »	22	14							
14	5:te »	19	14							
15	1:ste Sacralwirbel....	12	11							
17	9:te Dorsalwirbel.....	19	15	5 — 4.5	9.5	1	5	6	9.5	9
18	11:te »	24.5	19	8 — 7	15	1.5	8.5	10	9.5	9
19	2:te Lumbalwirbel...	24	18	8.5 — 9	17.5	3	8	10	6.5	7

Natürlicherweise können die Masse dieser Tabelle keine absolute, nur eine relative Gültigkeit haben und diese letztere sogar mit einiger Beschränkung, indem die Flüssigkeit vor dem vollständigen Erstarren sich etwas ungleichmässig vertheilt haben kann; um solche Unregelmässigkeiten zu vermeiden, wurde aber, wie oben erwähnt ist, der Rückgrat während des Erfrierens so viel als möglich in horizontaler Lage gehalten. Die anzuwendende Leimlösung muss dünnflüssig sein, um nicht zu schnell zu erstarren. Durch Anwendung mehr dickflüssiger oder schneller erstarrender Injectionsmassen (wie Paraffin mit Oel u. s. w.) kann man zwar gute Abgüsse einzelner Theile erhalten, die Injection wird aber gewöhnlich mehr oder weniger unregelmässig vertheilt und dringt oft nur mehr einseitig

am Rückenmark hervor, wobei sie dieses Organ nach der anderen Seite verschiebt. Aus der obigen Tabelle findet man, dass allenfalls solche, obwohl kleinere, Verschiebungen hie und da entstanden sind, so dass das Rückenmark der einen oder der anderen Seite etwas genähert oder sogar stellenweise mehr nach hinten verschoben liegt, als im Vergleich mit angrenzenden Stellen natürlich erscheint. Die Ligamenta denticulata tragen zwar dazu bei, ihn in centraler Lage zu erhalten; sie gestatten indessen eine nicht unbedeutende Verschiebung, besonders in der Richtung von hinten nach vorn. Die Lage der Leiche auf dem Rücken oder auf dem Bauch während oder unmittelbar nach der Injection hat auch einen Einfluss auf die Lage des Rückenmarks im Verhältniss zur vorderen und hinteren Wand des Subarachnoidalspatium. Durch alle diese Umstände ergiebt sich, dass man nicht von dem Masse bloss an der einen Seite des Rückenmarks auf die Weite des Subarachnoidalspatium in einer gewissen Richtung schliessen darf, sondern dass dieses Mass aus der Summe der beiderseitigen betreffenden Masse hervorgeht. Deswegen giebt die 4:te Columne der obigen Tabelle eigentlich den sichersten Aufschluss über die Weite dieses Spatium nach den Seiten hin; wenn man nämlich diese Masse halbirt, erhält man ungefähr die richtige jederseitige Weite desselben bei normaler Lage des Rückenmarks. Ein anderes Verhältniss findet vielleicht zum Theil bezüglich der Masse in der sagittalen Richtung statt. Bei der Durchmusterung der Tabelle sowohl als noch auffallender bei Betrachtung der Abbildungen der Tafel II findet man, dass das Rückenmark im Allgemeinen viel näher der vorderen als der hinteren Wand des Subarachnoidalspatium anliegt; kann aber dies das normale Verhalten sein? An einigen Durchschnitten (Fig. 4 u. 5) sieht man das Mark in entgegengesetzter Weise, d. h. der hinteren Wand näher liegend, während es an anderen (Fig. 9, 10, 11) mehr central sich befindet. Nach aller Wahrscheinlichkeit ist auch die letzt erwähnte Lage die der normalen am meisten entsprechende. Bei der Bauchlage der Leiche sinkt das Mark nach vorn und umgekehrt bei der Lage auf dem Rücken. Wahrscheinlicherweise findet auch während des Lebens ein derartiges Verhältniss statt. Dies wurde sogar schon von Magendie hervorgehoben. Ob indessen das Rückenmark nicht etwas näher der vorderen Wand seines arachnoidalen Rohres anliege, ist sehr schwer zu entscheiden; es ist aber ganz gewiss, dass es durch die Injectionsflüssigkeit nach der hinteren mehr oder weniger dicht verschoben werden kann.

Wenn man nach diesen allgemeinen Bemerkungen die Tabelle etwas näher betrachtet, findet man, dass die grösste Wechselung in der Weite des Subarachnoidalspatium in den verschiedenen Abtheilungen des Rückenmarks in der transversalen Richtung vorhanden ist. Im obersten Cervicaltheil bleiben das Rohr und seine Seitenweiten ziemlich dieselben. Im unteren Cervicaltheil vermindert sich allmählig der Querdurchmesser des Rohres im Ganzen; die seitliche Weite beruht doch nicht vollständig darauf, sondern wird auch von der Breite des Rückenmarks an und unter der Cervicalanschwellung abhängig (Vergl. die Columnen 1, 4, 8 unter einander). Im oberen Dorsaltheil sinkt die seitliche Weite ziemlich schnell und erreicht ihr Minimum ungefähr in der Mitte dieser Region, in der Gegend der 6:ten und 7:ten Dorsalwirbel. Sie ist hier, wenn man die beiden Seiten zusammenschlägt, von 24 Mm. (im oberen Halstheil) bis auf 14 Mm. herabgesunken.

Ein anderes Verhältniss findet betreffs der Weite in sagittaler Richtung statt. Zwar sieht man, dass das ganze Rohr in dieser Beziehung in der Gegend des 5:ten Cervicalwirbels sich verengert, es wird aber dann in der unteren Cervical- und in der oberen Dorsalregion wieder erweitert; dann wird es indessen noch einmal verengert, so dass es auch in dieser Richtung in der Gegend des 6:ten und 7:ten Dorsalwirbels am engsten ist; die Verengerung ist aber viel unbedeutender als die der transversalen und beschränkt sich auf 2 oder 3 Mm. Grossentheils in Folge der verminderten Dicke des Rückenmarks nimmt die Weite des Subarachnoidalspatium selbst in der sagittalen Richtung am untersten Cervical- und am obersten Dorsaltheil zu, wonach sie wieder mit der allgemeinen Verengerung des Rohres vermindert wird.

Wenn man nun das Verhalten unterhalb der engsten Stelle des Rohres in der Mittelregion des Dorsaltheils berücksichtigt, findet man, dass es in der transversalen Richtung wieder zunimmt, so dass es im oberen Lumbaltheil, in der Gegend des 2:ten und 3:ten Lumbalwirbels dieselbe transversale Weite wie in dem oberen Cervicaltheil erhält, ohne doch das Mass des letzteren zu überschreiten. In sagittaler Richtung erweitert sich das Rohr noch mehr im untersten Dorsal- und obersten Lumbaltheil, wo es in dieser Hinsicht in der Mittellinie das entsprechende Mass des oberen Cervicaltheils bedeutend übersteigt. Die Weite wird aber im Ganzen doch dadurch etwas beschränkt, dass das Lumen nicht dieselbe ovale Gestalt hat wie am Cervicaltheil. Im unteren Lumbaltheil verengert sich das Rohr schnell in der sagittalen sowohl als in der transversalen Richtung.

Aus diesen Verhältnissen geht also hervor, dass die weitesten Stellen des Subarachnoidalspatium in der obersten Cervical- und in der oberen Lumbalregion vorhanden sind, die am wenigsten weite Stelle aber in der mittleren

Dorsalregion sich findet. Die Verminderung der Weite von oben nach unten bis zur engsten Stelle geschieht hauptsächlich auf Kosten der seitlichen Theile des Spatium. Die Erweiterung nach unten zu findet aber mehr gleichförmig in transversaler sowie in sagittaler Richtung statt; das ganze Lumen des Spatium entspricht aber nicht vollständig dieser Erweiterung, weil es in dieser Region in seiner natürlichen Lage nicht eine so ovale oder rundliche sondern eine etwas prismatische Gestalt hat.

Nach diesen Bemerkungen betreffs des ganzen Subarachnoidalspatium des Rückenmarks werden wir die Anordnung des in demselben vorkommenden subarachnoidalen Gewebes sowie der durch dasselbe gebildeten Abtheilungen des Raumes berücksichtigen. Vom Foramen magnum bis zur Nähe des Filum terminale läuft an jeder Seite des Rückenmarks zwischen den vorderen und hinteren Nervenwurzeln und längs den Seitensträngen das Ligamentum denticulatum (Taf. I, Fig. 1), welches wie ein Diaphragma zwischen Pia und Arachnoidea ausgespannt ist. Hierdurch wird der subarachnoidale Umfang des Rückenmarks in zwei Hälften oder grösseren Abtheilungen getrennt, eine vordere, welche wir das Spatium subarachnoidale spinale anterius, und eine hintere, welche wir das Spatium subarachnoidale spinale posterius nennen.

Das Ligamentum denticulatum besteht aus einer dünnen aber im Allgemeinen ziemlich starken fibrösen Haut oder einem dünnen Band, welches mit seinem inneren Rande dicht am Rückenmark überall mit der Pia zusammenhängt, d. h. es setzt sich direct in diese Membran fort. Der äussere Rand dagegen liegt grösstentheils frei ausgespannt, mehr oder weniger dicht an der Innenfläche der Arachnoidea. Die Ausspannung wird bewirkt durch kürzere oder längere, mehr oder weniger starke Zacken, welche von dem freien Rand des Ligaments ungefähr mitten zwischen jedem oberen oder unteren Paar von Nervenwurzeln entspringen und die Arachnoidea scheinbar durchdringen, um auswärts von ihr sich an der Innenfläche der Dura zu befestigen. Bei näherer Untersuchung mit Loupe oder Mikroskop findet man indessen, wie wir schon oben hervorgehoben haben, dass die Zacken keineswegs die Arachnoidea durchbohren, sondern dass diese Haut mit ihnen trichter- oder scheidenförmige Umhüllungen sendet, welche sie zur Innenfläche der Dura begleiten. (Taf. XVIII, Fig. 1. Ueber ihr Verhalten dort s. übrigens weiter unten). Wenn man das fragliche Ligament unter womöglichst normalen Verhältnissen, d. h. ohne das Rückenmark herauszunehmen, untersucht, so findet man, dass es in der Regel so ausgespannt ist, dass sein freier Rand zwischen den Zacken ziemlich dicht der Innenseite der Arachnoidea sich anschliesst, ja zwischen dem 5, 6, 7, 8 und 9 Dorsalnerven ist der sonst freie Rand fast regelmässig hier und dort in grösserer oder kleinerer Entfernung von den Befestigungszacken an der Arachnoidea verwachsen, was mit der kleineren Beweglichkeit dieses Theiles in Zusammenhang stehen mag. Feine Häutchen oder Balken laufen ausserdem oft auch an anderen Stellen vom freien Rande zur Innenseite der Arachnoidea über. Wenn man das Rückenmark herausnimmt, wobei die Spannung natürlicherweise vermindert wird, sinkt die Ligamenthaut mehr oder weniger festonartig zwischen den Zacken zusammen, und wenn man diese Zacken durchschneidet, sinkt sie plötzlich nach dem Rückenmark zusammen nieder; wenn man umgekehrt das Ligament von dessen Befestigung an der Pia ablöst, zieht es sich nach aussen zusammen. Längs dem freien Rande des Ligaments geht eine Verdickung als ein runder oder auch mehr platter Randfaden. Von diesen stammen eigentlich die Befestigungszacken her, im Allgemeinen so, dass der Randfaden mit seinen äusseren Bündeln in die Zacken ausläuft, und diese Bündel, d. h. die ganzen Zacken, setzen sich unmittelbar in die Bündel der Dura fort (hierüber mehr unten). Mit der die Zacken umhüllenden Arachnoidalscheide gehen immer Blutgefässe, wie auch im Inneren der Zacken selbst. Das Ligament ist übrigens bei verschiedenen Individuen betreffs seiner Dichtigkeit sehr verschieden entwickelt. Bei Einigen ist es dicker, fester, bei Anderen viel dünner; gewöhnlich zeigt es sich schon bei makroskopischer Untersuchung an einer oder anderen Stelle von grösseren oder kleineren Löchern durchbrochen, cribrirt, besonders in der Cervicalregion; zuweilen findet man es cribrirt in seiner ganzen Länge; ja in einzelnen seltenen Fällen besteht es fast nur aus dem Randbalken und aus spärlichen, von ihm nach der Pia verlaufenden und nur hie und da mit kleineren membranähnlichen Bildungen versehenen Fäden. Alle diese Wechselungen werden leichter verständlich, wenn man den eigentlichen Bau des Ligaments kennt. So fest und dicht diese Haut dem unbewaffneten Auge erscheinen mag, besteht sie doch innerhalb des Randbalkens nicht aus einer zusammenhängenden, undurchbrochenen Membran, sondern aus mehr oder weniger freien, netzförmig vereinigten Balken in Schichten verschiedener Anzahl, oft aber in rhombischer Anordnung der Maschen (Taf. XVIII, Fig. 1, 2). Wenn die Maschen dieses Balkennetzes so gross werden, dass sie mit dem blossen Auge wahrnehmbar sind, erscheint die Haut cribrirt; von diesem Zustand findet man alle Uebergänge zu einem solchen, wo die Haut

an kleineren Stellen oder in grösserer Ausdehnung nur aus einzelnen Balken besteht. Es ist begreiflich, dass diese Zusammensetzung des Ligamentes für seine Ausspannung oder Zusammenziehung, je nach dem das Subarachnoidalspatium durch Flüssigkeit ausgespannt wird, in hohem Grade geeignet ist. Betreffs der histologischen Einzelheiten mag auf die histologische Beschreibung des Subarachnoidalgewebes hingewiesen werden.

Bevor wir jetzt das Ligamentum denticulatum verlassen, haben wir seine Enden sowie einige nicht uninteressante Verhältnisse betreffs der Anordnung seiner Befestigungszacken zu berücksichtigen. Das obere Ende des Ligaments befindet sich im Foramen magnum selbst, am Anfang des eigentlichen Spinalrohres. Der erste Zacken befestigt sich eben oberhalb der Eintrittstelle der Arteria vertebralis, wie die Figuren 1, 3 und 4 an der Tafel I darstellen. Die Arterie verläuft nach ihrem Eintritt in den Subarachnoidalraum unmittelbar vor dem erwähnten Zacken und dem oberen Ende des Ligaments, wie an den citirten Figuren, welche von hinten genommen sind, zu sehen ist, ebenso wie noch deutlicher an der Fig. 2 derselben Tafel, wo der obere Theil des Ligaments mit seinen Umgebungen von vorn abgebildet ist. Der oberste Zacken ist gewöhnlich stark ausgebildet und der oben beschriebene Randfaden läuft in denselben aus, um auf diese Weise in die Dura überzugehen; oberhalb dieser Befestigung endigt das Ligament als ein dünnes Häutchen mit feinem, gewöhnlich etwas gebogenem, oft durchbrochenem Rand. Es kann ziemlich plötzlich enden oder mehr oder weniger als ein durchbrochenes Gebräme an den Seiten des Markes etwas nach oben laufen, wie die angeführten Figuren näher zeigen. Hinter dem oberen Theil des Ligamentum denticulatum liegt der Accessorius Willisii zwischen jenem und den hinteren Nervenwurzeln. Von der Hülle des genannten Nerven gehen Balken aus, welche ihn theils an den hinteren Wurzeln, theils am Ligamentum denticulatum befestigen, so dass er zwischen diesen beiden Bildungen aufgehängt wird; er legt sich indessen gewöhnlich den hinteren Wurzeln näher, so dass er zuweilen dicht an der Vorderfläche derselben befestigt liegt. Die Figuren 2 und 3 stellen seine Lage im Verhältniss zum Ligament dar. Die Fig. 1 ist sonst dazu geeignet, eine Vorstellung von der regelmässig vorkommenden Anordnung der Zacken, den ganzen Rückenmarkscanal hindurch, zu geben. An dieser Figur findet man, dass sie im Cervicaltheil einander viel näher sitzen als in den übrigen Theilen. Im oberen Cervicaltheil sind sie im Allgemeinen kurz und stark und laufen fast gerade nach ihren Befestigungen zu, welche mitten zwischen den Austrittstellen der Nerven oder etwas näher dem unteren Nerven sich befinden. Im unteren Cervicaltheil werden sie im Allgemeinen etwas länger und feiner und haben einen etwas recurrenten Verlauf. Dieses Verhältniss wird noch mehr ausgeprägt an den beiden Zacken, welche sich oberhalb der ersten und zweiten Dorsalnerven befestigen. Hier findet sogar fast constant das eigenthümliche Verhältniss statt, dass am ersten oder zweiten Dorsalnerven oder an diesen beiden der Zacken erst unterhalb der Nervenwurzel entspringt, um dann nach oben, dieser vorbei, zurückzulaufen und sich in gewöhnlicher Entfernung oberhalb derselben zu befestigen. (Taf. I, Fig. 1 bei f). Diese langen zurücklaufenden Zacken sind oft sehr fein und können leicht übersehen werden. Es kommt zuweilen vor, dass zwischen den untersten Cervicalnerven ein oder zwei Zacken fehlen.

Diese Anordnung, gerade an dem besonders bei Beugungen vorwärts so beweglichen Theil der Columna spinalis, ist für die Beurtheilung der Function des Ligaments von Wichtigkeit. Erstens ist es klar, dass durch die erwähnte Beschaffenheit der Zacken das Ligament weniger stramm gespannt wird und dass es also mit seinem freien Rande von der Innenseite der Arachnoidea sich mehr entfernen kann. Untersucht man es in situ, so findet man auch, dass dieser Rand hier dem Rückenmark mehr angezogen liegt, während es oberhalb und unterhalb dieser Stelle inniger an die Arachnoidea gespannt ist. Weil die Diaphragmabildung zwischen dem vorderen und hinteren Subarachnoidalspatium hier unvollständiger als an anderen Stellen ist, so geht daraus als eine natürliche Folge hervor, dass eine grössere Flüssigkeitsmenge schneller von dem einen zum anderen Spatium hinüberströmen kann, was vielleicht bei plötzlicheren Biegungen des Rückgrats nicht ohne Bedeutung ist, als dabei ohne Zweifel die Lage des Rückenmarks geändert wird. Daneben scheint der recurrente Verlauf der Zacken eine Verschiebung des Rückenmarks innerhalb seines Duralrohres nach oben gestatten zu können, hingegen erlauben sie keine Senkung desselben nach unten. Ob eine solche Verschiebung wirklich vorkommt, ist schwer zu bestimmen. Wenn man die Wirbelbögen entfernt, die Duralscheide aufschneidet und das Rückenmark beobachtet, während man starke Biegungen des Halses ausführt, findet man, dass es eigentlich das ganze Duralrohr ist, welches darunter im Spinalcanale verschoben wird, so dass es bei der Biegung des Halses wie nach oben erhoben wird; wenn man gleichzeitig durch die hinreichend durchsichtige Arachnoidea die hier recurrenten Zacken des Ligamentum denticulatum beobachtet, so findet man, dass sie bei den Vorwärtsbiegungen mehr oder weniger straff gespannt werden und dass sie das Rückenmark zwingen, den Bewegungen der Dura nach oben zu folgen. Ihre recurrente Richtung wäre zwar im

Allgemeinen durch diese Function zu erklären, wenn sie nämlich den normalen Ursprung haben. Dagegen wird aber dadurch nicht die hier so regelmässig vorkommende abweichende Befestigung des einen oder anderen Zackens erklärt; dies scheint auf einer ursprünglichen Anordnung zu beruhen. Bemerkenswerth ist, dass in der steifen Dorsalregion die Zacken wieder kürzer und gerader nach aussen verlaufend werden, woneben hier, wie oben erwähnt, der freie Rand des Ligamentes in grösseren oder kleineren Strecken der Innenseite der Arachnoidea angewachsen ist. Dem beweglicheren Lumbaltheil näher hören dann die Anwachsungen wieder auf; die unteren Zacken werden länger und verlaufen nicht gerade nach aussen zu ihren Befestigungsstellen, sondern mehr oder weniger schief nach unten, also in einer derjenigen der recurrenten Zacken des unteren Cervicaltheils entgegengesetzter Richtung. Der letzte Zacken, welcher gewöhnlich etwa 4 Cm. oberhalb des Anfangs des Filum terminale entspringt, ist in der Regel besonders lang, stark nach unten gerichtet und befestigt sich an die Dura zwischen dem letzten Dorsal- und dem ersten Lumbalnerven (Taf. I, Fig. 1 f). Unterhalb des Ursprungs dieses Zackens verschmälert sich das Ligament mit einem sensenförmigen Rand ziemlich schnell, verläuft aber doch in der Regel als eine niedrige Firste oder dünne Kante an der Seite des Conus medullaris hinab bis zum Anfang des Filum terminale. Das untere Ende des Ligaments ist zwar gewöhnlich an beiden Seiten symmetrisch gebildet; dann und wann findet man aber doch hier kleine Unregelmässigkeiten; bisweilen fehlt der unterste Zacken der einen oder anderen Seite, bisweilen scheint sogar ein überzähliger Zacken vorkommen zu können.

Von Wichtigkeit ist es zu untersuchen, wie grosses Ausspannungsvermögen das Ligamentum denticulatum an verschiedenen Regionen des Rückenmarks besitzt, d. h. wie weit die Befestigungsstellen der Zacken an der Dura ohne zu starke Anspannung des Ligamentes von der Anheftung desselben an der Pia sich entfernen lassen. Davon hängt wohl zum Theil ab, wie gross die seitliche Ausdehnung des Subarachnoidalspatium werden kann; besonders hängt aber hiervon ab, wie viel das Rückenmark innerhalb des Scheidenrohres aus der centralen Lage nach der einen oder anderen Seite verschoben werden kann. Die Masse dieses Ausspannungsvermögens wechseln zwar etwas bei verschiedenen Exemplaren des Rückenmarks, behalten aber doch ein gewisses Verhältniss zu einander an verschiedenen Stellen desselben Rückenmarks sowie zum Lumen des Scheidenrohres. Wir beschränken uns darauf, die Massreihe eines mit stark ausgebildetem Ligament versehenen Rückenmarks als ein Beispiel anzuführen.

Die Zackenbefestigung	zwischen	1:stem	und	2:tem	Cervicalnerven	8 Mm.
»	»	2	»	3	»	6 »
»	»	3	»	4	»	5.5 »
»	»	4	»	5	»	5 » (4–6)
»	»	5	»	6	»	
»	»	7	»	8	»	5.5 »
»	»	8:tem Cervicalnerven	und	1:stem	Dorsalnerven	6 »
»	»	1 »	»	2	»	7 »
»	»	2 »	»	3	»	5 » (2–8)
»	»	5 »	»	6	»	
»	»	6 »	»	7	»	
»	»	7 »	»	8	»	
»	»	8 »	»	9	»	5.5 »
»	»	9 »	»	10	»	6 »
»	»	10 »	»	11	»	7 »
»	»	11 »	»	12	»	11 »

Diese Masse scheinen zu beweisen, dass das Rückenmark im Cervicaltheil durch die Zacken des Ligamentum denticulatum, wenigstens durch die oberen, ziemlich straff in der Mitte des transversalen Durchschnittes des dasselbe umgebenden Rohres gehalten wird; im unteren Cervical- und im allerobersten Dorsaltheil kann aber das Verhältniss mehr, als die obigen Masse ergeben, je nach der wechselnden Beschaffenheit der dortigen Zacken, variiren. Im Dorsaltheil scheint dann das Ligamentum denticulatum eine ziemlich starke Seitenverschiebung des Markes zu gestatten, was aus einem Vergleich der obigen Masse von der einen Seite des Rückenmarks mit den schon vorher in der Tabelle S. 83 gelieferten, die beiden Seiten des Subarachnoidalspatium betreffenden Massen. Die Nervenbündel der Cauda equina können natürlicherweise nach der einen oder anderen Seite leicht verschoben werden. Es ist begreiflich, dass diese Frage von der Verschiebbarkeit des Rückenmarks innerhalb des Subarachnoidalspatium auch ein rein practisches Interesse darbieten

kann, z. B. bei solchen Zuständen, wo durch Geschwülste oder andere Veränderungen eine Verdrängung des Lumen des Subarachnoidalspatium an der einen oder anderen Seite stattfindet und bei welchen diese Verdrängung einen gewissen Grad erreichen muss — je nach der Weite des Subarachnoidalspatium und dem Vermögen des Rückenmarks an der gegebenen Stelle zu entweichen — bevor dasselbe einer wirklichen Compression ausgesetzt wird (Vergl. einen in der Hygiea 1874, Förh. S. 100 mitgetheilten, im Nord. Med. Arkiv. Bd 6. N:o 32. S. 7 referirten Fall von Sarkom im periduralen Fettgewebe).

Das Ligamentum denticulatum hat also mehrere Functionen: ausser derjenigen, dass es einen Anheftungs- und Befestigungsapparat des Rückenmarks im Allgemeinen innerhalb des festen Rohres bildet, in welchem er von Wasser umspült schwebt, zwingt es auch das Mark den Bewegungen und Verschiebungen, welche dieses Rohr bei den Biegungen des Rückgrats ausführt, nach oben und unten zu folgen; es hält ferner das Mark, besonders im oberen Cervicaltheil, von den Seiten gerechnet in centraler Lage innerhalb des Rohres, gestattet ihm aber, wie es scheint, in den unteren Theilen in höherem Grade nach der einen oder anderen Seite verschoben zu werden. Daneben dient es dazu, durch seinen freien, zwischen den Zackenbefestigungen ausgespannten Rand die Arachnoidea von den Seiten des Markes zu entfernen; es bildet eine Art von Diaphragma, welches den subarachnoidalen Raum um das Mark in ein vorderes und ein hinteres Spatium unvollständig abtheilt.

Wenn wir nun den vor dem Ligamentum denticulatum befindlichen Theil des Subarachnoidalraums des Rückenmarks, das vordere Subarachnoidalspatium, berücksichtigen, so finden wir, dass dies längs dem ganzen Rückenmark vollständig frei und offen ist. Nirgends wird es durch etwaige Häutchen in kleinere Abtheilungen gesondert; es kommen sogar freie Subarachnoidalbalken nur äusserst spärlich in ihm vor. Man trifft solche eigentlich bloss in der Mittellinie des Halstheils; sie sind verzweigt und stehen hier oft in einer Reihe unter einander angeordnet, gleichsam die Andeutung einer Art Raphe bildend. Im unteren Cervical-, sowie im Dorsal- und Lumbaltheil kommen sie in der Regel nur ganz vereinzelt vor. Die vorderen Nervenwurzeln der verschiedenen Nerven ziehen das Spatium hindurch. Zwischen den einzelnen Bündeln jeder Nervenwurzel laufen Balken und feine, cribrirte Häutchen. Feine Balken gehen auch von ihnen hie und da zum Ligamentum denticulatum oder zur Arachnoidea aus. Während ihres Verlaufes nach aussen, hinten und unten ruhen diese Nervenwurzeln zum Theil auf dem Ligamentum denticulatum, und sie sind auch in längerer oder kürzerer Entfernung von ihrem Austritt oft durch feine Subarachnoidalhäutchen oder nur durch Balken an diesem oder an der Innenseite der Arachnoidea befestigt oder wie aufgehängt.

Das vordere Subarachnoidalspatium enthält wohl also im Allgemeinen keine Hindernisse für die freie Strömung der Subarachnoidalflüssigkeit, im oberen Cervicaltheil haben wir indessen eine solche sehr eigenthümlicher Art gefunden. Ausser der erwähnten, hier oft vorkommenden Balkenreihe, welche ja der Strömung kein nennenswerthes Hinderniss bietet, findet sich hier eine Häutchenbildung, die constant zu sein scheint; in der Taf. I, Fig. 2 ist dieselbe abgebildet. Man findet es hier in der Höhe des zweiten Zackens des Ligamentum denticulatum und auf denselben wie ein kleines Segel hinauslaufend, das mit sensenförmigem Rand dem Rückenmark hinab geht und zusammen mit dem ähnlich beschaffenen Segel der anderen Seite nach unten spitz ausläuft, um auf diese Weise ungefähr in der Höhe des vierten Cervicalnerven zu endigen. Der sensenförmige äussere Rand dieses Segels ist jederseits frei; der obere Rand hingegen, welcher nach oben etwas convex ist, läuft an dem betreff. zweiten Zacken quer über das Ligamentum denticulatum zum Rückenmark hin und ist in ihrer ganzen Ausdehnung an den unterliegenden Theilen befestigt. In der Mitte ist das Häutchen bis auf die Spitze befestigt. Durch diese Anordnung entsteht hier jederseits eine unten und von der Seite her offene, oben geschlossene Tasche, welche sogar an die Anordnung der Aortaklaffen etwas erinnert. Wenn eine Strömung von Flüssigkeit hier im Subarachnoidalraum stattfindet, so ist es leicht begreiflich, dass diese Häutchenbildung dem Rückenmark angedrückt wird, sobald der Strom vom Gehirn das Rückenmark hinab verläuft; geht aber der Strom in entgegengesetzter Richtung vom Rückenmark nach dem Gehirn hin, so müssen die Taschen jederseits ausgespannt werden und dem freien Vorwärtsströmen der Flüssigkeit an den beiden Seiten des Markes unmittelbar vor dem Ligamentum denticulatum ein Hinderniss setzen. Ob indessen die fragliche Häutchenbildung in dieser Weise die nach oben davon befindlichen Nervenwurzeln schützt oder nur im Allgemeinen zur Hemmung eines zu heftigen Einströmens der Cerebrospinalflüssigkeit nach dem vorderen Theil der Gehirnbasis dient oder was sie sonst für eine Bestimmung hat, mag schwer zu entscheiden sein. Dass sie eine wirkliche Function ausübt, dafür spricht ihr, so weit wir gefunden haben, constantes Vorkommen. Die ganze Bildung kann zwar in kleineren unwesentlicheren Umständen wechseln, in der hauptsächlichen Anordnung bleibt sie sich doch gleich. Oberhalb derselben sieht man in der angeführten Figur um das obere Ende des Ligamentum denti-

culatum und zum Theil auch zwischen den Arteriæ vertebrales andere Häutchen. Diese sind von sehr wechselnder Art und gehören übrigens mehr der Medulla oblongata an. Wir kommen auf sie zurück.

Im Gegensatz zu der freien und offenen Beschaffenheit des vorderen bietet das hinter dem Lig. denticulatum gelegene hintere Subarachnoidalspatium des Rückenmarks ganz andere Verhältnisse dar. Relativ frei ist hier der Cervicaltheil. Im oberen Theil davon (Taf. I, Fig. 1 und 4) laufen hier ziemlich zahlreiche verzweigte Balken von der Innenseite der Arachnoidea zur Pia hinüber. Diese Balken kommen nicht nur in der Mittellinie sondern auch in den seitlichen Theilen vor, sind aber am dichtesten im mittleren Theil gesammelt, reihenweise unter einander, und erhalten hie und da kleinere membranöse Ausbreitungen, oder auch findet man schon hoch oben im Cervicaltheil, wie Fig. 4 der Taf. I zeigt, eine grössere, vielfach in Balken sich auflösende, unvollständige Scheidewand in der Mitte. Dies ist der obere Theil oder der Anfang des Septum posticum, welches dann mit vielfach wechselnder Beschaffenheit bis zum unteren Ende des Rückenmarks hinabläuft. Im unteren Cervicaltheil wird die membranöse Ausbreitung in der Mittellinie immer vollständiger; die so entstandene Scheidewand, welche anfangs stark durchlöchert, cribrirt ist, wird mehr und mehr zusammenhängend und geht als ein wirkliches Septum posticum weiter nach unten. Bevor wir es ferner verfolgen, werden wir indessen sein Verhalten zur Pia berücksichtigen. Wenn man das Septum anspannt, sieht man, wie schon Frommann angab, dass mit demselben und seitlich von ihm bis zu den Nervenwurzeln am Rückenmark ein dünnes Häutchen von der Pia sich abhebt. Mit diesem Stratum werden auch die hier verlaufenden Gefässe von der Pia erhoben. Um dieses Verhältniss zu veranschaulichen, verweisen wir auf die Fig. 7 und 8 der Taf. I. Die erste dieser Figuren stellt zwar ein Präparat aus der Gegend des ersten Dorsalnerven dar, dessen Wurzeln seitlich durchgeschnitten sind; die zweite Figur ist nach einem, von einer etwas weiter unten gelegenen Stelle genommenen Präparate gezeichnet; sie lassen sich doch vollständig anwenden, um die fraglichen Verhältnisse auch am Cervicaltheil selbst zu erläutern. Aus der Fig. 7 (bei Loupenvergrösserung gezeichnet) sieht man, dass das Septum (*c*), welches makroskopisch einfach erscheint, in der That hier aus mehreren Lamellen zusammengesetzt ist, welche netzförmig sich verbinden und kleine Räume umfassen. Es findet sich also hier kleine Subarachnoidalräume im Septum selbst. Das Septum kann übrigens einfacher oder weit zusammengesetzter sein. Ferner sieht man an der Fig. 7, dass die Lamellen oder Häutchen an ihrem Ansatz an der Arachnoidea nicht alle direct in diese Haut übergehen, sondern sich ausbreiten und theils hier in einem triangulären Spatium mehrere kleine Räume einschliessen, theils seitlich sich fortsetzen, die Innenfläche der Arachnoidea, die auf diese Weise mehrschichtig wird, überziehend. Die Lamellen gehen indessen vielfache Verbindungen mit der Arachnoidea selbst ein. Wenn wir an derselben Fig. dem Septum nach dem Rückenmark hin folgen, so finden wir, dass es bei *e* sich an den Seiten in das Häutchen, welches wir bei Spannung sich von der Piafläche erheben sahen, ausbreitet, welches Häutchen beiderseits bis an die Nervenwurzeln, *f*, sich fortsetzt, in deren Umhüllung es übergeht. Unter diesem Häutchen sieht man mehrere kleine Subarachnoidalräume, welche also dicht an der Pia liegen, und in diesen Subarachnoidalräumen finden sich die grösseren Blutgefässe in subarachnoidalen Häutchen und Balkennetzen aufgehängt. Diese Gefässe laufen also nicht in der eigentlichen Pia, sondern in kleinen Subarachnoidalräumen, dicht ausserhalb derselben und schweben also während des Lebens in der subarachnoidalen Cerebrospinalflüssigkeit.

In der Fig. 8 (derselben Tafel), welche nach einem anderen bei schwacher Vergrösserung gezeichneten Präparate, das absichtlich von einer Stelle des Dorsaltheils, wo das Septum verhältnissmässig einfach war, gewählt wurde, erkennt man leicht dieselbe, eben geschilderte, allgemeine Anordnung des subarachnoidalen Gewebes; man sieht nämlich das Septum (*c*), welches mit seinen Lamellen sich theils an der Innenseite der Arachnoidea (*b*) ansetzt, theils auf dieselbe sich ausbreitet (*d*, *d*), und innen am Rückenmark jederseits ein Häutchen (*e*) aussendet, das in einiger Entfernung von der Pia (*g*), zu den hinteren Nervenwurzeln verläuft; an der Figur, welche indessen nur die Wurzel der einen Seite (*f*) enthält, sieht man, dass das Häutchen von der Hülle dieser Nervenwurzel wieder nach aussen geht. Man sieht ferner hier, wie an der vorigen Figur, dass zwischen diesem Häutchen und der Pia ein aus Häutchen und freien Balken bestehendes Flechtwerk sich bis zur Pia verbreitet und dort sich ansetzt, ebenso wie in seinen Maschen die Blutgefässe (*h*, *h*) aufgehängt sind; man sieht aber zugleich aus dieser Figur, dass alle diese subarachnoidalen Lamellen oder Häutchen nicht solide, sondern immer durchbrochene Membranen sind, grösstentheils aus dichten, platten Netzwerken von Balken, oder auch aus mehr zusammenhängenden, membranösen Ausbreitungen mit zahlreichen, gewöhnlich etwas ovalen oder mehr rundlichen Löchern (wie bei *e*, *e*) bestehend; einzelne Balken springen von der einen Häutchenausbreitung zur anderen über. Betreffs des feineren Baues dieses Gewebes

weisen wir auf die unten folgende histologische Beschreibung hin; hier wollen wir nur im Vorbeigehen hervorheben, dass das aussen an der Pia sich ausbreitende Häutchen (*e*, *e*) welches makroskopisch vollständig und undurchbrochen erscheint, in der That einen sehr schönen Typus solcher Häutchen abgiebt, welche, mit ziemlich regelmässig zerstreuten Oeffnungen versehen, in der folgenden Beschreibung als »Fensterhäutchen» bezeichnet werden sollen; es bildet mithin ein treffliches und leicht zugängliches Untersuchungsmaterial für derartige Häutchen. Wenn es auch eine Art Abgrenzung zwischen dem äusseren Subarachnoidalspatium und den kleinen, der Pia zunächst befindlichen Räumen bildet, in welchen die Blutgefässe verlaufen, so findet man doch, dass diese Abgrenzung sehr unvollständig ist und wie ein Sieb der Flüssigkeit einen ziemlich leichten Weg gestattet. Das Häutchen ist übrigens nicht überall so dicht, wie an der abgebildeten Stelle; es kann dichter sein, man findet es aber auch stellenweise hauptsächlich nur aus einem dichten Flechtwerk von Balken bestehend. Statt ein Fensterhäutchen zu sein, wird es an gewissen Orten ein »Balkenhäutchen», wie wir es nennen wollen; ebenso geht es im Septum in solche Balkenhäutchen über. Das sich zwischen ihm und der Pia ausbreitende Gewebe besteht theils aus solchen Balkenhäutchen, theils aus fenestrirten Häutchen, theils aus frei überspringenden Balken. Sie bilden zahlreiche, durch die Beschaffenheit des begrenzenden Gewebes frei communicirende, unvollständige Räume, welche wir die »epipialen» Subarachnoidalräume nennen. Als Träger der hier befindlichen grösseren Blutgefässe, welche man früher als in der Pia selbst befindlich ansah, obwohl schon Keuffel sie nur der Fläche dieser Haut anliegend fand, hat das eben geschilderte epipiale Subarachnoidalgewebe ein besonderes Interesse. In der Fig. 8 sieht man, dass dieses Gewebe an der hinteren Nervenwurzel (*f*) in das die Wurzel einhüllende Gewebe übergeht und davon in ein lamellöses Häutchen zur Arachnoidea ausläuft. Aehnliche Häutchen werden unten als zwischen den Nervenwurzeln und der Arachnoidea im Dorsaltheil constant vorkommend — hingegen im Cervicaltheil nicht oder nur schwach entwickelt — beschrieben werden. Wo sie fehlen, sieht man das epipiale Gewebe die Nervenwurzeln selbst an ihrem Ursprung umspinnen und dann mit seinem dichteren Flächenhäutchen sich über die Pia an den Seitentheilen des Rückenmarkes fortsetzen (wie bei *k* Fig. 8). Das Vorhandensein des epipialen Gewebes hängt keineswegs von dem eines entwickelten Septum posticum ab; jenes findet sich auch an den Stellen des Hintertheils, wo das Septum fehlt oder nur durch Balken angegeben ist; wenn man diese Balken anspannt, sieht man nämlich ein solches Gewebe von der Pia in derselben Weise, wie bei Spannung des Septum, sich erheben; es ist aber hier weniger reichlich und dicht. Ganz dasselbe Verhältniss findet an der vorderen Seite des Rückenmarks statt, so dass die Pia auch hier von einem solchen Gewebe, in welchem die Blutgefässe verlaufen, wie von einem Schleier umgeben ist; es findet sich aber hier weniger reichlich, nur eine dünnere Schicht bildend, sowie mehr aus Balken bestehend und weniger entwickelte Räume darstellend vor. Ueberall gehen die Balken in die Pia selbst über.

Wenn wir jetzt das subarachnoidale Gewebe nach unten am Dorsaltheil des Markes in dem hinteren Spatium verfolgen, so finden wir, dass das Septum posticum, wie vorher erwähnt, in der Regel mit mehr oder weniger Modification bis an den Lumbaltheil sich fortsetzt. Es hält sich aber nicht genau in der Mitte, sondern macht oft Abweichungen nach der einen oder anderen Seite hin. Im oberen Rückentheil ist es einfacher, wird aber weiter unten mehr zusammengesetzt, ja an mehreren Stellen findet man an Querschnitten den ganzen Zwischenraum zwischen den hinteren Nervenwurzeln in mehrere oder wenigere, unregelmässige, unvollständig von einander getrennte kleine Räume getheilt. Häufig sieht man an Querschnitten einzelne Membranen sich quer über den grossen Raum zwischen Septum in der Mitte und den seitlicheren Befestigungsmembranen der Nervenwurzeln hinüberspannen, oder sie ziehen durch denselben Raum in mehr radiärer Richtung hie und da seitlich vom Septum zwischen das epipiale Gewebe und die Arachnoidea. Sie sind lamellös oder einfach, verlaufen ungetheilt oder gespaltet und in verschiedene Richtungen divergirend u. s. w. Sie sind im Allgemeinen mehr membranös, gefenstert oder balkig mit feineren oder grösseren Maschen. Wir hielten es nicht für nothwendig, alle diese Wechselungen durch Abbildungen darzustellen. Theilweise hängen die an einem Querschnitt vorhandenen Wechselungen von dem Ort ab, wo die Nervenwurzeln durchgeschnitten worden sind. Es findet sich nämlich hier am Dorsaltheil, ausser dem Septum selbst, eine ziemlich constante Anordnung der Subarachnoidalhäutchen, welche nur bei makroskopischer Untersuchung aufgefasst werden kann und den Querschnitten ein in der Regel sehr wechselndes Aussehen giebt. Wir werden jetzt zur Schilderung dieser Anordnung übergehen.

Das epipiale Subarachnoidalgewebe bildet, wie erwähnt wurde, eine Umhüllung um die Nervenwurzeln am Rückenmark; diese Umhüllung folgt den Nervenbündeln während ihrer Verlaufes durch das Subarachnoidalspatium und bildet zwischen den einzelnen Bündeln einer Nervenwurzel balkige und kleine membranöse Verbindungen u. s. w. Von der Umhüllung der hinteren Nervenwurzeln gehen am Cervicaltheile zahlreiche Balken zur Innenfläche der Arachnoidea,

zum Ligamentum denticulatum und N. accessorius Willisii aus; in der Regel aber finden sich dort zwischen den verschiedenen Nervenwurzeln unter einander und zwischen diesen und der inneren Fläche der Arachnoidea keine zusammenhängende Membranen. Mit Ausnahme der balkigen Verbindungen ziehen die Nervenwurzeln im Cervicaltheil frei durch den Subarachnoidalraum. Am Dorsaltheil ändert sich sogleich dieses Verhältniss, so dass gewöhnlich schon an der ersten Dorsalnervenwurzel eine mehr oder weniger cribrirte Haut von der Seite des Septum posticum entspringt und sich der Nervenwurzel entlang seitlich fortsetzt, der Wurzel bis zu ihrem Austritt folgend. Die Haut verbindet sich während dieses Verlaufs einerseits mit der hinteren Fläche der Nervenwurzel, andererseits mit der inneren Fläche der Arachnoidea und bildet also eine schief in der Quere, der Nervenwurzel entlang stehende Wand im hinteren Subarachnoidalspatium. Vielleicht wird die Beschreibung richtiger und deutlicher, wenn man sagt, dass von der Umhüllung der Nervenwurzel der ganzen Wurzel entlang eine Membran geht, welche nach hinten zur Arachnoidea übergeht und nach innen bis zum Septum in der Mittellinie des Markes sich fortsetzt. Dies wiederholt sich nun an allen Rückenmarksnerven mehr oder weniger vollständig, und dadurch entstehen reihenweise nach einander geordnete, mit allen Nervenwurzeln schräg nach aussen und unten verlaufende Wände. An der Taf. I, Fig. 1, welche nach einem Präparat, wo die Dura und die Arachnoidea an der hinteren Seite rechts von der Mittellinie, in der Nähe der Austrittstellen der Nerven, aufgeschnitten sind, treten diese Häutchen hervor; am deutlichsten indessen an den mittleren sieben Dorsalnerven, wo sie im Allgemeinen am stärksten entwickelt sind. An den obersten Dorsalnerven sind sie oft von grösseren Oeffnungen durchbrochen oder auch weniger ausgebildet, so dass sie sogar stellenweise fehlen. Aus der obigen Beschreibung über den Verlauf dieser Häutchen geht hervor, dass, wie die Fig. 1 zeigt, zwischen den schiefen Häutchen jederseits vom Septum posticum kleine Abtheilungen, d. h. kleine, schief nach aussen und unten verlaufende Räume, entstehen, welche den Zwischenräumen zwischen den Nervenwurzeln entsprechen. An der Figur 6 haben wir bei *c* und *d* zwei solche Räume besonders abgebildet; die Arachnoidea ist über ihnen aufgeschnitten, sonst aber ungeöffnet. Die Begrenzung dieser Räume wird, wie man am besten an der Figur 6 *c* sieht, nach der Mitte zu vom Septum posticum (*h*) oder von einer seiner Lamellen, nach hinten und aussen von der Arachnoidea (*b*), nach oben und unten durch die von den Nervenwurzeln zur Arachnoidea verlaufenden Membranen (*e*, *f*) und nach vorn durch das Ligamentum denticulatum (*g*) gebildet. Eine gute Methode diese vorher nicht beachteten Räume unbeschädigt zur Ansicht zu bringen ist die folgende: man öffnet die Dura und die Arachnoidea an der vorderen Seite des Rückenmarkes, schneidet die vorderen Nervenwurzeln und die Befestigungszacken des Ligamentum denticulatum an einer Seite ab, schlägt die Hüllen ein wenig zurück und betrachtet nun das Rückenmark von der Seite her. Fig. 5 giebt ein solches Präparat wieder; man sieht die fraglichen Räume am oberen Theil der Figur wie Blindsäcke nach hinten zwischen den Nerven gehend. An derselben Figur sieht man gleichzeitig, dass die zwischen den Nerven befintlichen Oeffnungen der Räume nach unten immer kleiner und zuletzt ganz verschlossen werden. Wie kommt nun dies Verhältniss zu Stande? Geht man zur Fig. 1 zurück, so sieht man, dass schon am obersten Dorsalnerven im Winkel nach unten zwischen ihm und dem Mark eine kleine Membran wie eine Schwimmhaut sich zur Seite des Rückenmarks ausspannt (Fig. 1 *h*; Fig. 5 *c*). Diese Membran nimmt an den folgenden Nerven mehr und mehr zu, läuft zum oberen Rand des nächst darunter liegenden Nerven hinüber (*h' h'*) und bildet so ein zwischen den Nervenwurzeln ausgespanntes Diaphragma in den schiefen Seitenräumen, die hierdurch von dem Theil des hinteren Subarachnoidalspatium abgetrennt werden, welcher vor den hinteren Nervenwurzeln, zwischen diesen und dem Ligamentum denticulatum, liegt. In der Fig. 6 haben wir bei *c* einen solchen Seitenraum abgebildet, wo ein derartiges Häutchen nur in einem sehr unentwickelten Zustand vorhanden ist; man sieht dort, wie das Ligamentum denticulatum (*g*) vor dem Raum unbedeckt liegt. Bei *d* sieht man dagegen einen ähnlichen Raum, welcher vorn durch ein zwischen den Nervenwurzeln ausgespanntes Häutchen begrenzt wird; wenn die Arachnoidea über dem Seitenraum aufgeschnitten wird (wie an der Fig. dargestellt ist), wird das Ligamentum denticulatum durch dasselbe dünne Häutchen von hinten her bedeckt und schimmert nur ganz schwach durch dieses hervor. Die geschilderten Membranen sind gewöhnlich am vollständigsten ungefähr in der Mitte des Rückenmarks, wo also auch die schiefen Seitenräume am besten begrenzt sind. Wenn man für diese Räume eine besondere Benennung haben will, scheint uns mit Hinsicht auf ihre Gestalt der Name »Recessus laterales obliqui» der geeignetste zu sein; im Deutschen scheint uns die Benennung »die schiefen Seitenräume» hinreichend bezeichnend. Am untersten Theil des Rückenmarks, dem Lumbaltheil, ändern sich die Verhältnisse wesentlich. Das Septum posticum, wenn wir fortwährend unter diesem Namen die hinteren mittleren Subarachnoidalhäutchen und Balken zusammenfassen, setzt sich gewöhnlich sehr reichlich entwickelt und mit einer Menge grösserer und kleinerer Sub-

arachnoidalräume fort, zuweilen sich in ein dichtes Balkenwerk auflösend, welches einen grossen Theil, ja sogar fast den ganzen Raum hinter dem Marke zwischen den Nervenwurzeln einnimmt. Bisweilen ist es einfacher, ja es kann, wie im Cervicaltheil, als eine scheinbar einfache Membran fortgehen; an seiner Seite stehen verhältnissmässig sparsame Balken; oft hört es als ein Septum einige Centimeter nach oben vom Filum terminale auf, aber man kann es auch bis auf diesen Theil sich fortsetzen sehen. Was die schiefen Quermembranen betrifft, welche im Dorsaltheil seitlich an den hinteren Wurzeln ausliefen, so hören sie gewöhnlich mit dem letzten Dorsalnerven auf. An den Lumbalnerven gehen zwar anfangs zwischen ihnen und der Arachnoidea oft unterbrochene, unvollständige Häutchen von innen und schief nach aussen, bald aber findet man in der Regel hier nur Balken in mehr oder weniger reichlicher Menge. Da ausserdem am Seitentheil das Ligamentum denticulatum seine letzte Befestigung nach unten vom letzten Dorsalnerven hat und dann sich mehr oder weniger schnell zu einer allmählig verschwindenden Firste an der Pia verschmälert, so ist es klar, dass wir vom Anfang des Lumbaltheils an mit Ausnahme der kleinen Räume im Septum posticum eigentlich nur einen einzigen, grossen Subarachnoidalraum rings um das ganze Mark haben, welcher Raum von Balken und unterbrochenen unvollständigen Häutchen durchzogen ist. In diesem Raum gehen nun die Nervenbündel der Cauda equina fort, hie und da durch kleine Häutchenbildungen und Bälkchen mit einander verbunden, wie auch einzelne, häufig ein kleines Gefäss führende, feine Balken nach der Arachnoidea hinübergehen. Aus den geschilderten Verhältnissen geht hervor, dass das hintere Subarachnoidalspatium, welches rings um die Cauda equina und den Lumbaltheil von dem vorderen nicht abgetrennt ist, am Cervical- und Dorsaltheil jederseits eine zwischen dem Ligamentum denticulatum und den Vorderflächen der hinteren Nervenwurzeln gelegene Partie hat (Taf. I Fig. 7 *k*), welche in der Richtung von unten nach oben längs des ganzen Rückenmarks vollständig frei und offen ist. Einer strömenden Cerebrospinalflüssigkeit stellt sich also hier in den Seitentheilen vor den Nerven kein Hinderniss entgegen. Ganz Anders verhält es sich, wie erwähnt wurde, an der hinteren Partie dieses Spatium, welche seitlich durch die Hinterflächen der austretenden Nervenwurzeln begrenzt wird; hier findet man nämlich theils in der Mittellinie das mehr oder weniger unregelmässige Septum posticum, theils am ganzen Dorsaltheil die mit den Nervenwurzeln schief in der Quere verlaufenden Scheidewände und die zwischen ihnen befindlichen schiefen Seitenräume u. s. w. (Taf. I Fig. 7 *l*, Fig. 6 *e*, Fig. 1). Natürlicherweise können alle diese Häutchenbildungen und Raumabtheilungen der Flüssigkeit keinen so freien Weg als die hinteren Seitenbahnen längs des Ligamentum denticulatum ebenso wie das ganze vordere Subarachnoidalspatium gestatten. Die ganze Anordnung ist der Art, dass sie den Gedanken erweckt, dass die hauptsächliche Strömung der Flüssigkeit im Dorsaltheil an den letzteren Stellen, weniger dagegen hinten in der Mitte zwischen den hinteren Nervenwurzeln stattfindet. Andererseits darf man nicht vergessen, dass alle diese Subarachnoidalhäutchen durchbrochen — Fensterhäutchen oder Balkenhäutchen — sind, dass eine Flüssigkeit, sogar eine nicht eben feinkörnige, leicht durch dieselben hervordringt. Ihre Bedeutung als stützendes Gewebe darf auch nicht übersehen werden. In dieser Hinsicht ist es indessen bemerkenswerth, dass die langen Nervenbündel der Cauda equina fast frei in der Flüssigkeit flottiren, sowie dass das Subarachnoidalgewebe auch im Cervicaltheil im Verhältniss zu demjenigen des Dorsaltheils ziemlich reducirt ist. Die schiefen Querwände schwinden auch hier, die im Dorsaltheil mehr oder weniger vollständig zwischen zwei angrenzenden Nervenwurzeln laufenden Membranen sind hier auch nicht vorhanden; das Septum posticum wird theils einfacher, theils in dieser Gestalt unvollständiger und mehr durchbrochen oder von Balkenreihen ersetzt. Es ist eben an dem unbeweglichsten Theil des Rückgrats, wo das Subarachnoidalgewebe am reichlichsten ist und damit auch die Hindernisse für die ganz freie Flüssigkeitsströmung am ausgesprochensten werden.

Da wir jetzt zur Beschreibung der Subarachnoidalräume des Gehirns übergehen und dabei zuerst die grossen Räume an der Hirnbasis berücksichtigen, werden wir zuerst die Untersuchungsmethoden derselben mit einigen Worten besprechen. Wenn man in der gewöhnlichen Weise das Gehirn herausnimmt, wird die Arachnoidea immer über diesen Räumen mehr oder weniger zerrissen, der Inhalt der letzteren wird entleert, wonach sie zusammensinken; ihre Scheidewände werden dabei auch mehr oder weniger zerrissen, und man erhält also im Ganzen von diesen Räumen eine sehr unrichtige Vorstellung. Durch grosse Vorsicht bei der Herausnahme des Gehirns kann man zwar schwerere Zerreissungen vermeiden, immer wird indessen der Inhalt mehr oder weniger vollständig entleert und das Zusammensinken der Räume kann nicht vermieden werden. Um dieselben in ihrer natürlichen Lage und Ausspannung zu sehen, muss man Injectionen erstarrender Massen ausführen und dann mit einer scharfen Knochenzange die Schädelbasis mit Schonung der Dura mater stückweise hinwegbrechen. Dann wird die Dura entfernt, während man unter Vermeidung aller Zerreissungen vorsichtig die Nerven an ihren Austrittstellen abschneidet. Als Injections-

masse haben wir mit bestem Erfolg durch lösliches Berlinerblau gefärbte Leimlösungen angewandt. Mittelst Paraffin-Oel-Injectionen erhielten wir theilweise gute Präparate, nicht aber so vollständige Füllung wie bei Anwendung von Leimlösungen. Die Fig. 1 der Taf. VI giebt die untere Fläche eines in der beschriebenen Weise herausgenommenen, mit Leim injicirten Gehirns wieder. Man findet an derselben, wie viel diese Fläche von dem gewöhnlichen Aussehen abweicht; sie bildet in der That einen Abguss des Bodens der Schädelhöhle. Eine andere von uns mehrmals angewandte Methode, welche für eine richtige Auffassung von der natürlichen Lage der Theile sich nothwendig zeigte, besteht darin, das Haupt nach geschehener Injection einer erstarrenden Masse erfrieren zu lassen und es in solchem Zustand nach beliebiger Richtung durchzusägen. Wenn es gelingt, wie an dem Präparat, nach welchem Fig. 1 der Taf. VII genommen ist, die Sagittalebene selbst den ganzen Kopf hindurch zu treffen, erhält man sehr erläuternde Bilder. Die Fig. 2 derselben Tafel ist auch nach einem gefrorenen Durchschnitt gezeichnet. Schöne Bilder bekommt man indessen auch, wenn man nicht injicirte, aber gefrorene Köpfe durchschneidet und die Durchschnitte in gefrorenem Zustande in eine erhärtende Flüssigkeit, z. B. Weingeist, einlegt; solche Präparate haben für gewisse Zwecke grossen Werth. Natürlicherweise besitzen doch die Injectionspräparate den Vorzug eben für die Beurtheilung der Grösse, Gestalt u. s. w. der Räume selbst sowie betreffs der gegenseitigen Lage der Theile bei gefülltem Zustand der Subarachnoidalräume und der Ventrikel.

Ohne alle Injectionen sowie auch bei Herausnehmen des Gehirns in der gewöhnlichen Weise ist es leicht sich davon zu überzeugen, dass die grossen Subarachnoidalräume an der Basis des Gehirns eine unmittelbare Fortsetzung der Subarachnoidalräume des Rückenmarks sind. Wir werden bei ihrer Beschreibung zuerst den grossen Raum berücksichtigen, welcher als eine directe Fortsetzung des hinteren Subarachnoidalspatium des Rückenmarks hinter der Medulla oblongata liegt und in deren Umgebungen sich ausbreitet. Das hintere Subarachnoidalspatium des Rückenmarks misst in der Höhe des ersten Halswirbels, wie oben angegeben wurde und wie man an der Taf. II Fig. 1 sowie an der Taf. VII Fig. 1 sehen kann, ungefähr 3 Mm. in sagittaler Richtung. Bei seinem Eintritt in den Schädel und seinem Uebergang in die Subarachnoidalräume des Gehirns erweitert es sich plötzlich nach allen Richtungen (Taf. I Fig. 1 u. 4; Taf. VI Fig. 1, 5, 6; Taf. VII Fig. 1) und verläuft dann als ein offener und zusammenhängender Raum längs den hinteren Theilen der Medulla oblongata und dem Boden des vierten Ventrikels (Tela chorioidea inferior), zwischen diesen Partien und der vorderen unteren Fläche des Vermis am Kleinhirn, den grösseren Theil der Vallecula einnehmend, ebenso wie seitlich sich über die Tonsillen und mehr oder weniger bedeutend über die vordere untere Fläche der Kleinhirnhemisphären ausbreitend (Taf. VI Fig. 1, 5, 6; Taf. III Fig. 12). In einer früheren Arbeit über den offenen Zusammenhang der Hirnventrikel mit den Subarachnoidalräumen (Nord. Med. Arkiv 1874) haben wir bei der Beschreibung dieses grössten und räumlichsten aller Subarachnoidalräume des Gehirns für denselben den Namen Cisterna magna cerebello-medullaris vorgeschlagen; diesen Namen werden wir hier beibehalten. Wenn man diese Cisterne etwas näher untersucht, findet man, dass sie, wie oben angegeben wurde, in der Mitte fast die ganze Vallecula einnimmt, über welche die Arachnoidea von der einen zu der anderen Hemisphäre des Kleinhirns sich hinüberspannt. Wenn man hier ihre Tiefe in der Richtung von vorn nach hinten (Taf. I Fig. 1, 4; Taf. VII Fig. 1) in der Mittellinie, unmittelbar hinter dem Vermis am Rande der Incisura marginalis cerebelli posterior, misst, so findet man, dass diese bis 20 Mm. beträgt. Die Cisterne wird hier nach vorn anfangs durch die Medulla oblongata und höher oben durch diese in Verbindung mit der unteren Wand des vierten Ventrikels (Tela chorioidea inferior) begrenzt (Taf. III Fig. 12; Taf. VII Fig. 1). An den Seiten der Medulla und der Crura cerebelli geht sie nach vorn fort und hängt oberhalb des oberen Endes des Ligamentum denticulatum (Taf. I Fig. 1) frei mit dem Raume an der vorderen Fläche der Medulla zusammen. Sie läuft hierbei auch in dem Zwischenraum, welcher von den Verfassern im Allgemeinen Nidus (externus) genannt ist und zwischen der Concavität der Tonsillen einerseits und den convexen hinteren und seitlichen Partien der Medulla und der unteren Wand des vierten Ventrikels andererseits liegt (Taf. VI Fig. 5; Taf. III Fig. 1, 2, 12). Hinter der Medulla wird die Cisterne nach hinten und oben (Taf. VII Fig. 1) in der Vallecula durch Vermis inferior begrenzt; hinten und unten bildet der Falx cerebelli, welcher in die Incisura marginalis sich einschiebt, eine kleine Einbuchtung der Cisterne. Von den Seiten her schiessen die Tonsillen, und unterhalb derselben buchten die Hemisphären des Kleinhirns in sie hinein. Von dieser Mittelpartie breitet sich nun die Cisterne (Taf. VI Fig. 1, 5, 6; Taf. III Fig. 12), wie oben angegeben wurde, mehr oder weniger bedeutend jederseits von der Vallecula über die Hemisphären des Kleinhirns hinaus. Wie gross übrigens die Wechselung in ihrer Ausbreitung in dieser Richtung sein kann, geht am besten aus den angeführten

Figuren hervor. Eine mehr als gewöhnlich grosse Ausdehnung hatte die Cisterne an dem in der Taf. VI Fig. 6 abgebildeten Kleinhirn, eine ungewöhnlich kleine solche findet man hingegen an der Fig. 5 derselben Tafel. Ihre gewöhnlichste Ausbreitung wird am besten durch die Fig. 1 Taf. VI und Fig. 12 Taf. III wiedergegeben. Bei Messen findet man, dass sie sich im Allgemeinen von der Mittellinie ungefähr 2.5 bis 3 Cm. nach jeder Seite hin erstreckt, und von ihrer äusseren Grenze bis zum Rande des Kleinhirns bleiben dann 3—3.5 Cm. übrig. Bisweilen hat sie an jeder Hälfte eine Ausdehnung von 3.5, und man erhält dann jederseits von ihr nur eine Strecke von 2.5 Cm., welche von ihr nicht eingenommen ist. Die Cisterne hat also in diesen Fällen im Ganzen eine Breite von 7 Cm. und nimmt den grössten Theil der Unterfläche des Kleinhirns ein, während ihre gewöhnlichste Breite 5—6 Cm. ist.

Wenn man ihren Rand, welcher an Injectionspräparaten besonders scharf hervortritt, verfolgt, findet man, dass unter gewöhnlichen Verhältnissen die Cisterne hinten und in der Mitte des Kleinhirns am Boden der Incisura marginalis posterior beginnt, in der Regel etwas hinter der Pyramide des Vermis inferior, indem die Arachnoidea hier sich erhebt und von der Pia sich frei ablöst. Der äussere Rand der Cisterne geht von hier jederseits mehr oder weniger quer nach aussen an der unteren Fläche der Hemisphären, biegt sich mit unregelmässigen Ausbuchtungen nach vorn, verläuft mehr oder weniger weit ausserhalb der Tonsillen und erreicht an der äusseren Grenze des Flocculus den Vorderrand des Kleinhirns. (Taf. VI Fig. 1, 5, 6; Taf. III Fig. 1, 2). Es geht aus den Figuren, besonders der Fig. 1 und 6 Taf. VI, besser als aus jeder Beschreibung, hervor, wie sie auf diese Weise mit den grossen Subarachnoidalräumen an der Vorderseite der Medulla und des Pons in Zusammenhang kommt, ebenso wie sie sich immer vollständig jederseits über den Mandel und den Flocculus sowie über den grösseren, gewöhnlich den grössten Theil des Lobulus biventer, die inneren Theile des Lobulus gracilis und wenn sie, wie die Fig. 6 Taf. VI darstellt, besonders gross ist auch über die inneren Theile des Lobus semilunaris inferior erstreckt. Sie nimmt also überhaupt das ganze mittlere Drittel der vorderen unteren Fläche des Kleinhirns bis zu deren vorderem Rand ein, welchen sie am äusseren Theil des Flocculus erreicht (Taf. III Fig. 2).

Wenn man das Innere dieser Cisterne untersucht, findet man, dass in ihrer Ausbreitung über die Hemisphären des Kleinhirns einzelne zwischen Arachnoidea und Pia hinüberlaufende Balken sie hie und da durchziehen; im Allgemeinen ist doch ihr Lumen ziemlich frei. In der Vallecula und im Nidus wird sie von ziemlich zahlreichen verzweigten Balken durchzogen (Taf. I Fig. 1, 4; Taf. III Fig. 12; Taf. VI Fig. 6). An der Fig. 4 Taf. I sieht man, dass diese Balken zum Theil als eine Art Fortsetzung des Septum posticum angesehen werden können, welches als Membran immer mit dem Ende des eigentlichen Rückenmarks aufhört. Die Balken laufen nicht nur von der Arachnoidea zur Pia hinüber, sondern sie gehen, und dies ganz reichlich, zwischen der Medulla oblongata und der unteren Wand des vierten Ventrikels (Tela chorioidea inferior) einerseits und dem Kleinhirn, vor Allem den Tonsillen, andererseits (Taf. VI Fig. 6; Taf. III Fig. 12). Bisweilen findet man die Cisterne unvollständig in drei Abtheilungen dadurch getrennt, dass ein feines, durchbrochenes, theilweise in Balken sich auflösendes Subarachnoidalhäutchen jederseits von der Vallecula zu den inneren Theilen der Hemisphären hinausläuft und von der Incisura marginalis hinten mehr oder weniger weit nach vorn, zuweilen bis zu den Flocculi sich erstreckt. Man erhält also eine mediane und zwei laterale Abtheilungen der Cisterne, welche sich jederseits an den Hemisphären des Kleinhirns ausbreiten; die Begrenzungsmembranen zwischen diesen Abtheilungen sind aber, wenn vorhanden, immer sehr unvollständig. Von Interesse ist übrigens die scharfe Grenze, mit welcher die Cisterne nach den Seiten hin aufhört, dadurch dass das Subarachnoidalgewebe zwischen Arachnoidea und Pia nach aussen davon eine zusammenhängende Barrière bildet, welche die Cisterne ziemlich vollständig von den seitlich von ihr befindlichen, kleinen Subarachnoidalräumen absperrt. Man erhält mithin oft bei Subarachnoidalinjectionen die Cisterne mehr oder weniger stark gefüllt, ohne dass die Masse in die Umgebung hinausläuft, wie z. B. an der Taf. VI Fig. 6. In anderen Fällen aber, wie an der Fig. 1 und 5 derselben Tafel dargestellt ist, sieht man, wie die Masse in der Peripherie zackig in die angrenzenden kleinen Räume übergeht, und dies oft weit reichlicher als in den abgebildeten Fällen vorhanden war. Am reichlichsten läuft doch in der Regel die Masse seitlich zuerst am freien Rande des Kleinhirns ausserhalb des Flocculus hinaus, wo sie sich in das Subarachnoidalgewebe im Sulcus horizontalis major und von da weiter vorzugsweise in die Sulci intergyrales cerebelli verbreitet (Taf. VI Fig. 1). Es ist leicht begreiflich, dass beim Herausnehmen des Gehirns und Abschneiden des Rückenmarks in der gewöhnlichen Weise die ganze geschilderte grosse Cisterne fast vollständig ihren Inhalt entleert. Sie giebt dabei ohne Zweifel den hauptsächlichsten Theil der Cerebrospinalflüssigkeit ab, welche man bei Sectionen am Boden der Schädelhöhle in den Fossæ cerebelli angesammelt findet. Beim Entleeren der Cisterne legt sich natürlich die Arachnoidea der Oberfläche des Kleinhirns dicht an, und dies ist gewiss die Ursache dazu, dass

ihre grosse Ausdehnung übersehen wurde. Es ist indessen, nachdem die Aufmerksamkeit darauf gerichtet wird, auch an einem in gewöhnlicher Weise aber mit nöthiger Vorsicht herausgenommenen Gehirn leicht die Richtigkeit der oben gegebenen Schilderung zu controlliren. Eine Sonde lässt sich mit Leichtigkeit in der Cisterne herumführen; sie wird nur durch die hinüberlaufenden Subarachnoidalbalken gehindert, und wenn die Arachnoidea geöffnet und die Balken abgeschnitten werden, kann diese Haut von der Pia bis zu den angegebenen Grenzen der Cisterne gehoben und entfaltet werden. Die Art und Weise, in welcher die Cisterne durch drei Oeffnungen in Zusammenhang mit dem vierten Ventrikel steht, werden wir in einem besonderen Capitel beschreiben.

Wenn wir uns jetzt zu den übrigen grossen Subarachnoidalräumen an der Basis des Gehirns wenden und wir dabei anfangs den vorderen-Subarachnoidalraum des Rückenmarks nach oben verfolgen, so finden wir, dass dieser oberhalb des vorher beschriebenen kleinen, klaffenförmigen Segels in der Höhe des 2:ten Zackens des Ligamentum denticulatum über die Vorderfläche der Medulla oblongata ohne etwaige bestimmtere, ihn abtheilende Häutchenbildungen fortgeht. Oberhalb des oberen Endes des Ligamentum denticulatum hängt es im Allgemeinen, wie oben angegeben wurde, an den Seiten der Medulla ziemlich frei mit dem hinteren Subarachnoidalspatium, d. h. hier mit der Cisterna magna, und dies oben vorzugsweise mittelst des Nidus, zusammen. Nicht selten findet man doch, wie an der Taf. I Fig. 2 dargestellt ist, ein mehr oder weniger balkiges Häutchen, welches nächst oberhalb des Ligamentum denticulatum und zum Theil als eine Fortsetzung desselben, sich mehr oder weniger hoch an den Seiten der Medulla ausspannt. Mit seinen nach der Arachnoidea hin auslaufenden Balken geht es theils vor, theils hinter den Arteriæ vertebrales, theils befestigt es sich an ihnen, wodurch es dieselben stützt. Von dem Winkel, welchen die Arteriæ vertebrales bei ihrer Vereinigung am unteren Rande des Pons bilden, spannt sich im Zwischenraum zwischen den genannten Gefässen und den von ihnen abgehenden früher oder später zu einem einzigen Stamme sich vereinigenden Arteriæ spinales anteriores ein kleines durchbrochenes Häutchen aus, welches nach unten in die Pia und in das dieselbe auch hier umspinnende epipiale Balken- und Häutchengewebe übergeht (Taf. III Fig. 1 *f*). Dies kleine Häutchen steht oben als ein Segel zwischen den genannten Gefässen gespannt, ist aber längs der Mittellinie durch Balken wie durch eine Raphe an der Pia befestigt und giebt mithin den Blutgefässen eine nicht unwesentliche Stütze. Es geht aus der obigen Beschreibung von der Cisterna magna sowohl als aus den angeführten Figuren (vielleicht am besten aus der Fig. 1 Taf. VI) hervor, dass das eben geschilderte Subarachnoidalspatium an der Vorderseite des verlängerten Markes nicht nur um dieses sondern auch nach aussen seitlich über dem Kleinhirn mit der genannten grossen Cisterne frei zusammenhängt; es kann sogar als ein Theil der letzteren betrachtet werden, so dass mithin oben um das verlängerte Mark nur ein einziger grosser Subarachnoidalraum mit der oben angegebenen seitlichen Ausdehnung auf dem Kleinhirn sich findet und dass dieser Raum, welcher das Rückenmark hinab als dessen Subarachnoidalspatium fortläuft, dort durch das Ligamentum denticulatum unvollständig in ein vorderes und ein hinteres Spatium abgetheilt wird, wozu später noch andere abtheilende Häutchenbildungen im hinteren Rückenmarkspatium hinzukommen. Nach den Seiten der Medulla oblongata hin wird der grosse Raum durch die von dieser ausgehenden, frei hindurchlaufenden Nerven durchzogen (Taf. III Fig. 1).

Wenn man jetzt das Subarachnoidalspatium von der Medulla oblongata über die Vorderseite des Pons weiter verfolgt, findet man, dass es vor dem Pons in drei Räume oder Cisternen abgetheilt ist, nämlich eine mediane und zwei laterale, welche wir Cisternæ pontis media und laterales nennen. An der Taf. III Fig. 1 kann man sehen, wie diese Cisternen gebildet werden. Längs dem unteren Rande des Pons geht ein feines Häutchen (*g*, *g'*) vom Boden der Furche zwischen Medulla und Pons (Sulcus coecus Krause), sich seitlich an den Glossopharyngeus und Vagus befestigend sowie in der Mitte zur Nähe der Arteria basilaris fortlaufend. Dies Häutchen, welches die untere Grenze der Seitencisternen am Pons bildet, ist immer sehr durchbrochen, besonders in den äusseren Partien, und besteht oft nur theilweise oder auch in grösserer Ausdehnung aus einem Balkenwerke. Sie setzt also der Strömung der Flüssigkeit von der Medulla über die Seitenflächen des Pons hinauf nur ein geringes Hinderniss. Bei *g* der angeführten Figur ist dieses Häutchen nach oben gegen Pons hinaufgeschlagen, bei *g'* ist es als auf die Medulla hinabgelegt abgebildet. An der Mitte des unteren Randes am Pons lässt es, wie wir aus der citirten Figur sehen, eine ziemlich weite Oeffnung für die Arteria basilaris; diese Oeffnung ist oft trichterförmig. Von hier ab geht nun beiderseits von der Arteria basilaris und in einer Entfernung von einigen Mm. von diesem Gefäss ein stärkeres Häutchen (*h*, *h'*) aus, welches die mediane Cisterne von den Seitencisternen trennt. Jene Cisterne bildet also einen weiten canalförmigen Raum, in welchem die Arteria basilaris an der Mitte des Pons verläuft. Das Gefäss schwebt zwar ziemlich frei in diesem Raum, es hat aber doch durch einige Subarachnoidalbalken, welche von deren Wänden

nach den Seiten hin auslaufen, eine Stütze; am zahlreichsten sind diese Balken an der dem Pons zugekehrten Seite des Gefässes, sowie dadurch, dass hier zahlreiche kleine Arterienzweige zum Pons hinüberlaufen. Wie sich die mediane Cisterne zu den Räumen oberhalb des Pons verhält, werden wir bald beschreiben, nachdem wir einen Blick auf die Seitencisternen geworfen haben. Die Fig. 1 der Taf. III stellt rechts dar, wie sich diese über die ganze Seitenpartie des Pons ausbreitet, oben und zum Theil seitlich von einer durchbrochenen Membran (*i*) begrenzt, welche von der Cisterna media bogenförmig nach der Seite hin längs dem oberen Rand des Pons zur Wurzel des Trigeminus verläuft. Unten und seitlich sieht man, wie diese Cisternen in der Gegend des Flocculus mit der Cisterna magna in offener Verbindung stehen. Mit den Pedunculi cerebelli ad pontem laufen diese Cisternen in die räumlichen Subarachnoidalräume des Sulcus horizontalis major cerebelli hinaus (Taf. III Figg. 1 u. 2; vergl. Taf. VI Fig. 1). Recht oft, keineswegs aber constant, findet man, dass eine Seitencisterne in eine vordere und eine hintere Abtheilung durch eine Häutchenbildung abgetrennt ist, welche vom Trigeminus quer über den Pons zur Cisterna media hin verläuft (Taf. III Fig. 1 *k*). Die Seitencisternen werden von mehreren Nerven durchzogen, welche von der Arachnoidalbekleidung derselben ihre Arachnoidalscheiden beim Austritt erhalten. Also findet man bei der unteren und äusseren Grenze der Cisternen die Glossopharyngeus und Vagus, welche indessen ebenso wohl der Cisterna magna gehören; ferner dicht am unteren Rande des Pons die Facialis und Acusticus, welche von einer verhältnissmässig weiten Arachnoidalscheide im Meatus auditorius begleitet werden; der Mitte näher wird die Cisterne von dem N. abducens durchzogen, welcher während seines Verlaufs nach oben und aussen auf eine weite Strecke in ihr frei schwebt (Fig. 1). Am äusseren Theil der Cisterne liegt der Trigeminus, welcher bei seinem Austritt eine räumliche, die Duralscheide in dem grossen Raum, worin das Ganglion Gasseri wie in einem Divertikel liegt, bekleidende Arachnoidalscheide mitnimmt.

Von Interesse ist es die Tiefe zu kennen, welche die geschilderten Cisternen vor dem Pons besitzen, welche Tiefe natürlich der Entfernung entspricht, in welcher der Pons unter normalen Verhältnissen von der Dura am Clivus liegt, wobei der Zwischenraum durch die Cerebrospinalflüssigkeit erfüllt wird. Dass dieser Abstand nicht unbedeutend sein muss, geht schon daraus hervor, dass die mächtige Arteria basilaris hier Platz findet, ohne etwaigen Druck zu erleiden. Die Fig. 1 der Taf. VII mag möglichst richtig diesen Abstand wiedergeben; man findet, dass er allmählig gegen den oberen Rand des Pons vermehrt wird, so dass er hier bis 6 Mm. misst, während er vor dem mittleren Theil des Pons ungefähr 4 Mm. beträgt. Es ist leicht begreiflich, dass hierdurch kleinere, vor dem Pons befindliche Neubildungen, erst nachdem sie die angeführten Masse überschritten haben, einen eigentlichen Druck auf den Pons ausüben können; sie finden nämlich erst dadurch Raum, dass sie die Cerebrospinalflüssigkeit verdrängen. Auf diese Weise wird es auch begreiflich, warum z. B. alle Druckerscheinungen bei den hier zuweilen vorkommenden Ecchondrosen (Ecchondrosis spheno-occipitalis — S. Hygiea 1874. Nord. Med. Arkiv. Bd VI N:r 32) sowie bei kleinen Aneurysmen an der Arteria basilaris u. s. w. ausbleiben können.

Wenn wir uns jetzt zu den Subarachnoidalräumen vor dem Pons wenden, so finden wir, dass diese auch eine hauptsächlich constante Anordnung haben, wie unregelmässig auch sie erscheinen mögen, wenn man ohne die nöthige Umsicht das Gehirn herausnimmt und ihnen keine genauere Untersuchung widmet. Wenn man zuerst die Cisterna media pontis nach oben verfolgt, sieht man an der Taf. III Fig. 1, dass sie sich schon auf dem Pons etwas gegen den oberen Rand erweitert, um sich nach oben und vorn oberhalb des Pons als ein weiter Blindsack bis zur Nähe des Infundibulum fortzusetzen. An ihren Seiten oder richtiger in ihren Seitenwänden verlaufen die N. oculomotorii, und ihre vordere obere Grenze geht bogenförmig von den Austrittstellen dieser Nerven nach vorn zu dem Pedunculus der Glandula pituitaria; diese Grenze tritt schon bei äusserer Inspection der ungeöffneten Arachnoidea als ein bogenförmiger, mehr weissgrauer Streifen hervor. Von diesem Bogen entspringt auf der inneren Fläche der Arachnoidea ein Häutchen (Fig. 1 *m*), welche sich vor den Corpora candicantia zum unteren Rande des Pons und zur Theilungsstelle der Arteria basilaris ausspannt; an diesen Stellen befestigt sie sich in der Mitte; nach den Seiten hin läuft sie längs dem Rande des Pons hinaus, sich zwischen die Arteria cerebelli superior und der Arteria cerebelli inferior oder auch vor oder hinter diesen beiden Gefässen befestigend und nach aussen in das Begrenzungshäutchen der Cisterna lateralis pontis übergehend. Die Seitenhäutchen der Cisterna media pontis laufen auf die geschilderte Membran hinüber, in dieselbe übergehend. Rings um die obengenannten Gefässe hängt die Cisterne, welche wir die Cisterna intercruralis superficialis nennen wollen, mit den seitlich von ihr befindlichen Cisternen zusammen (Fig. 2 *i*). Uebrigens ist ihre vom Infundibulum bis zum Pons ausgespannte Begrenzungsmembran oft stark cribrirt, besonders an der Anheftung der Arteria basilaris; bisweilen ist sie mehr oder weniger defect, so dass sogar

mehr als die Hälfte der Membran fehlt (Fig. 3); oft wird sie beim Herausnehmen des Gehirns zerrissen, und sie erscheint dann mehr defect als sie in der That ist; man erhält dann (Fig. 3), ebenso wie nach Wegschneiden derselben (Fig. 2), einen Einblick in eine ziemlich grosse, hinter und über ihr in der Tiefe gelegene Cisterne, welche wir die Cisterna intercruralis profunda nennen und die, seitlich zwischen die Crura cerebri sowie nach vorn zwischen die Tractus optici und das Chiasma sich ausbreitend, das Trigonum intercrurale mit dessen verschiedenen Abtheilungen, nämlich Lamina perforata posterior, Corpora candicantia, Tuber cinereum und der Hinterfläche des Infundibulum, einnimmt. Diese Theile bilden, wenn das Gehirn in natürlicher Lage sich findet, das Dach der Cisterne, welche den tiefsten sowie den obersten Theil des grossen Raums einnimmt, der an der Taf. VII Fig. 1 oberhalb des Pons, zwischen ihr und dem Infundibulum, mit Injectionsflüssigkeit gefüllt erscheint. Die Corpora candicantia schiessen in diese Cisterne hinein, welche übrigens hinten am Pons von den Nervi oculomotorii frei durchzogen ist (Fig. 2 Taf. III links). Ausserdem laufen die meisten grösseren Zweige der Arteria basilaris, vorzugsweise die Arteriæ cerebri posteriores und die A. communicantes posteriores, anfangs durch diese Cisterne hindurch; viele kleinere Zweige gehen auch durch sie zu der umgebenden Hirnsubstanz. Nach den Seiten hin ist die Cisterne mittelst durchbrochener Häutchen oder theilweise nur Balkenwerke von den umgebenden Cisternen getrennt; an den lateralwärts abgehenden Gefässen finden sich hier, wie im Allgemeinen der Fall ist, grössere Oeffnungen in diesen Häutchen.

Vor dem Pedunculus glandulæ pituitariæ, zum Theil um ihn und von dieser Stelle ausgehend, unter dem Chiasma und zwischen dem jederseitigen Ursprung der divergirenden Nervi optici (Taf. III Fig. 2 *k*), bis zu den vorderen Hirnlappen hin, liegt eine oberflächliche, seichte Cisterne, die Cisterna chiasmatis, welche von Balken und durchbrochenen Häutchen reichlich durchzogen ist, die in der Mittellinie, wie an der Fig. zu ersehen, so dicht stehen, dass sie hier eine Scheidewand oder Raphe bilden, wodurch die kleine Cisterne in zwei seitliche Abtheilungen getrennt wird. Nach den Seiten hin hängt diese Cisterne hauptsächlich hinter dem Opticus, zwischen diesem Nerven und der Carotis, sowie hinter der letzteren mit den lateralwärts befindlichen, unten bald zu beschreibenden Cisternen zusammen. Mit dem Pedunculus der Hypophyse folgt eine Scheide von der Arachnoidea und ihrem Subarachnoidalgewebe her. Unterhalb der Duralamelle, welche, die Sella turcica bedeckend, die Hypophyse überzieht, breitet sich diese Scheide über die Oberfläche der Hypophyse hinaus. In dieser Weise wird hier von der Arachnoidea gleichsam ein Divertikel gebildet, und die Hypophyse wird mithin von einem kleinen subarachnoidalen Raum oder einer Cisterne hier umgeben. Bei Subarachnoidalinjection füllt sich dieser Raum, wie an der Taf. VII Fig. 1, 2 zu sehen ist. Rings um die Hypophyse ist aber die Fortsetzung der Arachnoidea mit der dieses Organ umfassenden Scheide innig verwachsen, welche die Dura wie ein Divertikel um dasselbe sendet und gleichzeitig damit die Wand der umgebenden duralen Sinus bildet; ein subduraler Raum scheint hier nicht vorhanden zu sein, nur ein subarachnoidaler, welcher am oberen Umfang der Hypophyse aus mehreren kleineren ziemlich weiten Räumen besteht, am unteren sehr verengert oder sogar verdrängt wird [1]).

Wir haben indessen noch eine mediane Cisterne zu berücksichtigen, welche an der Taf. III Fig. 4 abgebildet ist. Sie liegt über der eben geschilderten kleinen Cisterna chiasmatis, von ihr durch ein vielschichtiges, balkiges Subarachnoidalgewebe getrennt, welches zusammen mit den Nervi optici und dem Chiasma an der Fig. zurückgeschlagen erscheint; sie breitet sich nun nach oben vor dem Chiasma auf die Vorderflächen der Tractus optici, wo diese frei sind, und weiter unmittelbar vor der ganzen Lamina cinerea terminalis bis zum Corpus callosum, zwischen diese Theile und die vorderen Hirnlappen, hinaus, an welchen letzteren sie in die kleineren Subarachnoidalräume übergeht. Wir werden ihr den Namen Cisterna laminæ cinereæ terminalis geben. Nach den Seiten hin steht sie in offener Verbindung mit den Cisternæ fossæ Sylvii, und durch diese lateralen Oeffnungen gehen in sie die

[1]) Wie die Hypophyse in der angegebenen Weise an ihrer oberen Fläche einen subarachnoidalen, von Cerebrospinalflüssigkeit gefüllten Raum besitzt, so hat sie auch an ihrer unteren Fläche einen breiten venösen Sinus, Sinus intercavernosus inferior (Henle), welcher jederseits in den Sinus cavernosus übergeht; ausserdem wird er von dem Sinus circularis Ridleyi oder Sinus intercavernosus anterior und posterior (Henle) umkreist. Betreffs dieser Sinus sagt Henle, dass der vordere Sinus intercavernosus der stärkere ist, der untere, S. intercav. inferior, am häufigsten fehlt, und in einer Note spricht er von der letzteren als einem Verbindungscanal. Unsere Erfahrung über diesen Sinus ist davon etwas abweichend. Wir haben ihn also bei den zahlreichen darauf untersuchten Individuen nie vermisst; ferner fanden wir ihn gewöhnlich grösser als S. c. ant. sowie immer über den Boden der Hypophysengrube verbreitet, wie wir ihn an der Taf. VII Fig. 1, 2 und Taf. XXVII Fig. 8 *c* wiedergegeben haben, die beiden jederseitigen Sinus cavernosi mit einander verbindend. Zwar ist es möglich, dass er mehr wechselnd ist, als wir gefunden haben; die hier angegebene Form mag aber doch wenigstens die gewöhnliche sein. Diese Einbettung der Hypophyse zwischen einer serösen Cisterne und einem venösen Sinus ist ohne Zweifel von Interesse und scheint uns sogar die Eigenthümlichkeit dieses räthselhaften Organes zu vermehren.

Arteriæ communicantes anteriores hinein, welche in dieser Cisterne vor dem Chiasma und der Lamina cinerea terminalis den grossen arteriellen Gefässring (Circulus arteriosus Willisii) abschliessen. Wir erwähnten, dass die Cisterne vorn in die Subarachnoidalräume der vorderen Hirnlappen übergeht. Mit den Arteriæ cerebri anteriores, welche von dem Gefässring längs des Corpus callosum sich fortsetzen, folgen besonders weite derartige Räume, und man könnte sogar von einer von Balken und Häutchen reichlich durchzogenen Cisterna corporis callosi oder vielleicht besser von einem Spatium subarachnoidale corporis callosi reden, welches von der Cisterna laminæ cinereæ längs dem Corpus callosum zwischen der oberen Fläche desselben und dem unteren Rande des Falx cerebri die erwähnten Arterien begleitet. Der Falx erreicht nämlich in den vorderen Theilen, wie bekannt, mit seinem freien unteren Rand nicht das Corpus callosum, sondern endigt in der Regel einige Mm. oberhalb desselben; die Arachnoidea schlägt sich dort von beiden Seiten her zum unteren Rand des Falx über und vereinigt sich mit ihm oder spannt sich dicht unter ihm aus.

Die Fortsetzung der Incisura longitudinalis unterhalb dieser Stelle bis zum Corpus callosum wird nun zwischen den beiden Hemisphären von Subarachnoidalgewebe mit mehr oder weniger weiten Räumen und Maschen eingenommen, wie an der Fig. 4 Taf. XXIX nach einem erhärteten Injectionspräparat bei Loupenvergrösserung abgebildet ist; die Hemisphären sind hier von einander etwas abgezogen, um das fragliche Spatium subarachnoidale corporis callosi besser zu zeigen, in welchem die oberhalb des Corpus callosum befindlichen Arterien verlaufen. An dieser Figur sieht man auch, wie dieses Spatium auf dem Corpus callosum sich nach jeder Seite hin in die Spalte zwischen der oberen Fläche desselben und den diesen Theil bedeckenden Gyri fortsetzt.

Wenn wir nun zu den grossen Subarachnoidalräumen an der Gehirnbasis zurückkehren, haben wir noch die vor dem Pons lateralwärts gelegenen Cisternen zu berücksichtigen. Am weitesten nach vorn finden sich hier die beiden Cisternæ fossæ Sylvii, welche seitlich von den oben beschriebenen medianen Cisternen ausgehen, mit welchen sämmtlichen sie auch zusammenhängen. Sie laufen jederseits in der Fossa Sylvii fort und sind von nicht unbedeutender Weite, sowie in ihrer Tiefe von der Arteria fossæ Sylvii durchzogen, welche mit ihren Zweigen in dem Inhalt derselben schweben. Ihre Ausdehnung geht ziemlich deutlich aus der Taf. III Fig. 2 hervor. Die Arachnoidea ist dort über ihnen aufgeschnitten; links an der Figur sind die meisten Balken und kleinere membranöse Ausbreitungen, welche in ihr vorkommen, entfernt; rechts sind hingegen diese soviel als möglich geschont. An der Oberfläche, dicht unter der Arachnoidea, sind nämlich diese Cisternen von solchen Balkenwerken und maschigen Häutchen reichlich durchzogen, in der Tiefe aber rings um die Blutgefässe haben sie ein freieres Lumen. Welche Tiefe diese Cisternen besitzen, sieht man an der Fig. 2, wenn man die Befestigungen der über der Cisterne aufgeschnittenen Arachnoidea an dem mittleren Lappen bei *1* und am vorderen bei 1' betrachtet. Man muss indessen hierbei davon absehen, dass die beiden Lappen etwas von einander abgezogen sind, um die Cisternen besser zu demonstriren. In der That haben diese Cisternen in ihren inneren Partien eine Tiefe von 15 bis 17 Mm. von der über ihnen ausgespannten Arachnoidea bis zu ihrem Boden. Nach aussen gehen die Cisternen allmählig in das Subarachnoidalgewebe der von den Fossæ Sylvii hinaustretenden Fissuren und Sulci intergyrales über; dabei ist es von Interesse zu finden, dass sie in mehr oder weniger unregelmässige, canalförmige Fortsetzungen um die Arterienzweige hinauslaufen, wie an der Taf. III Fig. 2 bei *m* zu sehen ist. Ein anderer bemerkenswerther Umstand ist der, dass die von den Seiten her in die Cisternæ fossæ Sylvii einmündenden Sulci intergyrales, dort wo keine Blutgefässe in sie hineinlaufen, an der Oberfläche gegen die Cisternen hin eine membranöse Verdichtung des Subarachnoidalgewebes besitzen, wodurch sie gewissermassen von den Cisternen abgesperrt werden; diese Absperrung ist aber doch nicht vollständig. Indessen bewirken die geschilderten Verhältnisse wohl, dass die freieste Strömung der Flüssigkeit von den Cisternæ fossæ Sylvii in die Sulci, sowie umgekehrt, immer längs den Verzweigungen der Blutgefässe stattfindet; dies stimmt in der That mit den Injectionsversuchen überein und gillt im Allgemeinen auch für die übrigen Cisternen.

Jederseits von den Cisternæ intercrurales und hinter den inneren Theilen der Cisternæ fossæ Sylvii läuft eine weite Cisterne aus, welche dicht bei und nach hinten zu um die Crura cerebri fortgeht; ihre äussere seitliche Begrenzung wird von dem am Pedunculus befindlichen Rande des Grosshirns und die innere Begrenzung wird von dem oberen Seitenrande des Pons mit der Cisterna lateralis pontis gebildet. Die fragliche Cisterne geht dann am Boden der ganzen Fissura transversa fort und läuft von jeder Seite her hinter und über den Corpora quadrigemina zusammen; nach aussen wird sie durch die Arachnoidea begrenzt, welche sich über ihr vom Grosshirn zum Pons und Kleinhirn ausspannt. Die Cisterne bildet also um den ganzen »Hirnstamm» Reicherts eine Art Schlinge, welche in Verbindung mit den oben beschriebenen vorderen medianen Cisternen zu einem vollständigen Cisterngürtel um

diesen Stamm wird. In den vorderen Theilen ist das Lumen der Cisterne freier; hinten aber, über den Corpora quadrigemina, ist sie reichlich von subarachnoidalem Gewebe durchzogen, so dass sie hier wie abgesperrt und in je zwei seitliche getheilt erscheint; wir werden sie indessen bis auf Weiteres als eine betrachten.

Der Anfang dieser Cisterne jederseits vorn an den Pedunculi ist an der Taf. III Fig. 2 dargestellt, wo man bei *n* den Rand am mittleren Lappen sieht, von welchem die weggeschnittene Arachnoidea sich frei über die Cisterne zur vorderen Fläche des Pons ausspannt; einen kleinen Theil vom inneren Rande des mittleren Lappens sieht man in die Cisterne hineinschiessen. Die Fig. 4 der Taf. VI giebt eine deutliche Vorstellung darüber, wie die Cisterne hinten dadurch gebildet wird, dass die Arachnoidea in der Tiefe der grossen Querfurche (Fissura transversa) zwischen Klein- und Grosshirn sich längs dem Rande der Incisura semilunaris des ersteren zu der unteren Fläche des letzteren ausspannt. Die Fig. 5 und 6 der Taf. III, welche die ganze Cisterne durchgeschnitten darstellen, zeigen näher, wie sie sich zu den umgebenden Gehirntheilen verhält. Die Fig. 5 stellt mithin einen am oberen Rande des Pons gemachten Durchschnitt der Pedunculi cerebri und der Lamina corporum quadrigeminorum dar, wo diese Theile in Zusammenhang mit der unteren Fläche des Grosshirns von unten gesehen sind. Rings um die genannten Theile sieht man die Cisterne fortgehen, und nach aussen von ihr nimmt man an der unteren Fläche des Grosshirns den Rand wahr, wo die Arachnoidea zum Pons und Kleinhirn sich ausspannt. Die Fig. 6 zeigt dagegen die entgegengesetzte Schnittfläche (von einem anderen Gehirn genommen), wo Pons in Verbindung mit dem Kleinhirn geblieben ist; man sieht hier das Verhalten der Cisternen am Rande des Kleinhirns und die Befestigung der Arachnoidea an demselben längs dem Rande der Incisura semilunaris. Es geht aus der obigen Beschreibung sowie aus den angeführten Figuren hervor, dass die Cisterne hinten und in den Seitentheilen am Boden der ganzen Fissura transversa vor dem Tentorium cerebelli liegt, welches mit seinem halbmondförmigen Rande die über der Cisterne ausgespannte Arachnoidea berührt. Für diese Cisterne werden wir den Namen C i s t e r n a a m b i e n s vorschlagen [1]). Die Weite derselben ist nicht unbedeutend; so misst z. B. ihre Tiefe am weitesten nach vorn an den Pedunculi etwa 4 Mm.; weiter nach den Seiten sowie nach hinten zu wird sie noch tiefer, am hinteren Theil der Pedunculi 5—7 Mm. betragend. Die Breite ist wohl an der Oberfläche nicht besonders gross, in der Tiefe erweitert sie sich an den Pedunculi cerebri, zwischen ihnen und dem überschiessenden Rande des Gyrus hippocampi; ebenso geht sie andererseits in eine Bucht unter dem an der Incisura semilunaris die Crura cerebelli ad corpora quadrigemina und das Velum medullare anterius überschiessenden Rand des Cerebellum hinein (Taf. III Fig. 5, 6). In der Cisterne verlaufen von vorn nach hinten vorzugsweise die Arteria cerebri posterior und die Arteria cerebelli superior mit ihren Zweigen. Zwischen diesen Gefässen, in den vorderen Theilen der Cisterne, findet man hie und da an kürzeren oder längeren Strecken kleine und feine Subarachnoidalhäutchen als unvollständige Scheidewände verlaufend, so dass jedes Gefäss gleichsam seine Abtheilung in der Cisterne erhält; feinere Balken gehen hier von den Gefässwänden über, und ebensolche kommen übrigens auch anderwärts vor; im Allgemeinen ist aber die Cisterne in den vorderen Theilen von subarachnoidalem Gewebe verhältnissmässig frei. Ausser den erwähnten Gefässen wird die Cisterne von dem Nervus trochlearis durchzogen, welcher von seinem Ursprung hinten an den Seiten des Velum medullare anterius sich in einem Bogen nach vorn um die Crura biegt, anfangs ganz frei in den Cisternen verlaufend, dann aber in kürzerer oder längerer Strecke vor seinem Austritt an der Innenfläche der Arachnoidea befestigt. Wenn man nun die mittlere hintere Partie der Cisterne berücksichtigt, findet man, dass sie hier den grossen Zwischenraum zwischen den Corpora quadrigemina, dem Vorderrand des Cerebellum und dem Splenium corporis callosi einnimmt, wie die Fig. 7 und 8 der Taf. III sowie die Fig. 1 und 3 der Taf. VII, die letzteren nach Injectionspräparaten, darstellen. In diesem Theil ist sie, wie oben erwähnt wurde, von reichlichem Subarachnoidalgewebe mit kleinen unter einander zusammenhängenden Maschenräumen durchzogen. Die Fig. 5 der Taf. III zeigt, wie dieses Gewebe allmählig in der Weise entsteht, dass die Cisterne jederseits nach hinten zu immer reichlicher von Balken und subarachnoidalen Häutchen durchsetzt wird. Hier ist eben der Ort, wo die Vena magna Galeni ins Gehirn eintritt. Wenn man diese wichtige Partie besonders bezeichnen will, mag die Benennung S p a t i u m s u b a r a c h n o i d a l e c o r p o r u m q u a d r i g e m i n o r u m dazu geeignet sein; es kann aber doch als ein Theil der Cisterna ambiens betrachtet werden. An dem in gefrorenem Zustand durchgeschnittenen Gehirn, welche die Taf. VII Fig. 1 wiedergiebt, sieht man, wie das durchgeschnittene Tentorium mit seinem Sinus tentorii hier von hinten nach vorn über

[1]) Besser mag vielleicht die Benennung C i s t e r n a f i s s u r æ t r a n s v e r s æ erscheinen; da es aber zwei Fissuræ transversæ, eine anterior und eine posterior, giebt (Vergl. Henle's Handb. d. syst. Anat. Bd. III. S. 96) glaubten wir, dass dieser Name leichter Verwechslungen veranlassen könnte.

der Cisterne hervorschiesst und wie die Vena magna Galeni sich hinter dem Splenium corporis callosi hineinsenkt (Vergl. Taf. III Fig. 8). Die Arachnoidea spannt sich unterhalb des Tentorium und seines vorderen Randes vom Kleinhirn zum Grosshirn hinter dem Splenium hinüber und bildet nach dieser Seite hin natürlicherweise die eigentliche Begrenzung der Cisterne, wie aus der Taf. III Fig. 7 sowie der Taf. VII Fig. 3 hervorgeht, wo das Tentorium weggenommen und der Schnitt etwas seitlich vom Eintritt der Vena Galeni gemacht ist. Die Cisterne hat hier eine bedeutende Tiefe. Wenn man an der Fig. 1 der Taf. VII vom vorderen Ende des Tentorium oder der unmittelbar darunter befindlichen Arachnoidea bis zu den Corpora quadrigemina misst, so findet man diese Tiefe 24 Mm. betragend. Dieses Mass kann man für den Zustand, wo die Cisterne, wie hier, vollständig gefüllt ist, als zuverlässig betrachten, denn es ist mit möglichster Genauigkeit am gefrorenen Präparat selbst genommen; nach Aufthauen und längerem Aufbewahren in Weingeist mit nachfolgender Schrumpfung ging es an demselben Präparat auf 20 Mm. hinab. Bei einem anderen, nicht injicirten, aber auch in gefrorenem Zustand durchgesägten und gemessenen Gehirn mass die Cisterne am selben Ort 18 Mm. Bei Gehirnen, deren Subarachnoidalräume mit Leimlösung injicirt und welche dann in gewöhnlicher Weise herausgenommen wurden, fanden wir nach Erhärtung in Weingeist die Tiefe ungefähr 17—18 Mm. Bei nicht injicirten, mit Weingeist behandelten Gehirnen betrug das Mass 15—17 Mm. Diese Masse sind angeführt worden, eben um darzulegen, wie gross die Tiefe des Subarachnoidalspatium unter verschiedenen Umständen hier in der That ist, wodurch es an diesem wichtigen Ort eine bedeutende Wechselung in der Ausdehnung je nach vorhandener Subarachnoidalflüssigkeit und wechselndem Druck gestatten kann. Seitlich und vorn nimmt, wie schon dargethan ist, die Tiefe der gürtelförmigen Cisterne schnell und stark ab.

Wenn man etwas eingehender die Ausdehnung der Cisterne am mittleren hinteren Spatium über den Corpora quadrigemina untersucht, findet man erstens, dass sie, wie oben angegeben wurde, vollständig die Lamina corporum quadrigeminorum bedeckt; sie geht dann von hier nach hinten über das Dach des vierten Ventrikels fort, zwischen das Velum medullare anterius und den darüber befindlichen Theil des Vermis cerebelli sich ausbreitend. Nach vorn geht sie in der Bucht zwischen der Lamina corporum quadrigeminorum einerseits und dem Conarium (Glandula pinealis) mit dem dünnen Markblatte andrerseits, welches vom vorderen Rand der eben genannten Lamina sich bis zum Conarium zurückschlägt, um die hintere Begrenzung des dritten Ventrikels (Commissura posterior ventriculi tertii) zu bilden, wie an der Taf. VII Fig. 1, wo der Schnitt gerade in der Mittellinie getroffen hat, sowie an der Taf. III Fig. 7 und 8 dargestellt ist.

Aus dem obigen geht hervor, dass die untere Fläche des Conarium ebenso wie die obere Fläche der Lamina corporum quadrigeminorum und des Velum medullare anterius von der Cerebrospinalflüssigkeit der Cisterna ambiens bespült werden. Alle diese Theile besitzen ihre Piabekleidung, an welcher das Subarachnoidalgewebe der Cisterne sich befestigt. Betreffs des Conarium findet nun das interessante Verhältniss statt, dass seine obere Fläche nicht nach den Subarachnoidalräumen gerichtet ist, sondern dass eine kleine Ausbuchtung des dritten Ventrikels sich zwischen das Conarium und das unter dem Corpus callosum eintretende Velum interpositum nach hinten erstreckt; bisweilen endigt diese Ausbuchtung etwas vor der Spitze des Conarium, so dass die Spitze selbst etwas in die Cisterna ambiens oder in das hiesige reichliche Subarachnoidalgewebe hinein schiesst; in vielen Fällen sahen wir aber die erwähnte Ausbuchtung oder den Recess, wie an der Taf. III Fig. 8 (Vergl. Fig. 7 derselben Tafel) zu sehen ist, auch beim Menschen nach hinten ziemlich weit der Spitze des Conarium vorbei sich fortsetzen. Dies eigenthümliche Verhalten, dass die obere Fläche des Conarium nach dem dritten Ventrikel gerichtet ist und dort von dessen Inhalt bespült wird, während dagegen die untere Fläche nach dem Subarachnoidalraum sieht und von der äusseren Cerebrospinalflüssigkeit bespült wird, weswegen es an seiner dünnen Befestigung gleichsam zwischen diesen beiden Flüssigkeiten flottirt, ist nicht hinreichend beachtet worden, obwohl Reichert schon die oben erwähnte taschenförmige hintere Ausbuchtung des dritten Ventrikels beschrieben und sie mit dem Namen »Recessus suprapinealis» belegt hat. Der von hinten her sich einschiebende Zwischenraum, welchen Reichert (am a. O. Taf. IX) zwischen diesem Recess und dem Conarium von einem Kindergehirn abbildet, war nicht an den von uns untersuchten, ausgebildeten Gehirnen vorhanden, sondern die nach hinten zurückgeschlagene Wand des Recesses war immer mit der äusseren Fläche des Conarium verwachsen, so dass dieses Organ unmittelbar vom Inhalt des dritten Ventrikels bespült wurde. Luschka erwähnt zwar in Uebereinstimmung mit Reichert das Vorhandensein des Recessus suprapinealis; er hat aber sein Verhalten zu der Oberfläche des Conarium nicht näher berücksichtigt. Henle giebt in seinem Handbuch d. system. Anatomie an, dass das Conarium von »der Tela choroidea» umschlossen ist, und dies scheint im Allgemeinen die Ansicht der Verfasser zu sein. Es würde dann, nach unserer oben gegebenen Auffassung der hinter dem Conarium befindlichen Theile, in das Subarachnoidalgewebe der Cisterna ambiens einschiessend liegen,

welches Gewebe von Henle zur Tela chorioidea gerechnet wird; im ausgebildeten Gehirn verhält es sich aber nicht in dieser Weise. Henle äussert (a. O. S. 318): Die »Tela choroidea des Grosshirns fügt sich an der vorderen queren Hirnspalte aus der Gefässhaut der unteren Fläche des Gross- und der oberen Fläche des Kleinhirns zusammen. Sie hat an dieser Stelle, die man als ihren Ursprung bezeichnen kann, eine nicht geringe Mächtigkeit, indem sie den Raum zwischen dem Wulst des Balkens und den Vierhügeln ausfüllt und die V. cerebri interna communis auf ihrem Wege zum vorderen Rande des Tentorium und weiter vorn das Conarium umschliesst» u. s. w. Wir werden unten zu zeigen suchen, wie wenig geeignet es ist, den Namen »Tela chorioidea» in dieser Ausdehnung anzuwenden; ebenso darf man nicht das hier besonders gemeinte Gewebe, in welches das Conarium einschiessen sollte, als von der Pia gebildet betrachten; nach unserer obigen Darstellung ist es nichts Anderes als gewöhnliches Subarachnoidalgewebe, welches den Zwischenraum zwischen dem Splenium, dem Kleinhirn und den Corpora quadrigemina erfüllt, und alle diese Theile tragen ihre besondere, dünne Piabekleidung unmittelbar auf der Oberfläche.

Oben wurde schon in Zusammenhang mit der Beschreibung des Subduralraums und der Frage vom Canalis Bichati hervorgehoben, dass die hier verlaufende Vena magna Galeni von einem weiten Canal umgeben ist, welcher eben zur Annahme des Canalis Bichati und einer offenen Verbindung des Subduralraums mit dem dritten Ventrikel Anlass gegeben, ebenso wie, dass Luschka sich dadurch hat verleiten lassen anzunehmen, dass die Arachnoidea selbst dort sich einsenkt, um die Vene scheidenförmig zu umgeben und Scheiden auch um ihre Zweige mitzusenden, welche Scheiden nicht in den Ventrikel sich öffnen, sondern sich allmählig in der Adventitia der inneren Gehirnvenen verlieren sollten. Nach Luschka würde man also den Subduralraum in Zusammenhang mit den die Venen tief hinein begleitenden Scheiden erhalten. Hier oben wurde indessen dargethan, dass diese beiden Ansichten nicht richtig sind, indem nämlich der subarachnoidale Canal um die Vena Galeni sowie um deren Zweige herum dadurch geschlossen wird, dass die Arachnoidea hier wie anderswo beim Uebergang einer Vene nach der Dura hin, die Vene umscheidet und an die Dura, d. h. hier an das Tentorium, sich befestigt, um in ihr bedeckendes Häutchen überzugehen, dass aber diese Verwachsung leicht berstet, wodurch sehr missleitende Bilder entstehen. Diese Bilder werden um so mehr missleitend, als die aus verdichtetem Subarachnoidalgewebe bestehende Wand, welche den Canal um die Vena Galeni bildet, oft eine Mächtigkeit und eine Stärke hat, welche die auf die Venenwand sich umbiegende und die Oeffnung zuschliessende Arachnoidea übertrifft. Beim Menschen hat der scheidenförmige Subarachnoidalraum um den Anfang der Vena Galeni herum (Taf. III Fig. 7, 8, 10; Taf. VI Fig. 4) eine bedeutende aber etwas wechselnde Weite, und er konnte sehr leicht, besonders mit Hinsicht auf die grosse Rolle, die er gespielt hat, seinen eigenen Namen statt der alten Benennung »Canalis Bichati» verdienen; es scheint uns indessen, dass er am besten seiner Natur nach als der Subarachnoidalcanal oder der scheidenförmige Subarachnoidalraum um die Vena Galeni bezeichnet wird. Oft hat dieser Scheidenraum in seinem Anfang eine deutliche Trichterform; er ist dann beim Eintritt der Vene weiter, während später die Wände sich der Vene dichter anschliessen und mit den Venenwänden durch zwischenlaufende Balken und feine Häutchen sich mehr und mehr verbinden. Mit den Zweigen der Vene, vorzugsweise mit den zwei Hauptzweigen und dem Stamme, zu welchem diese sich später wieder im Velum verschmelzen, setzen sich ähnliche, mehr oder weniger distincte, gewöhnlich mit verhältnissmässig starken Wänden versehene Scheidenräume fort. An der Taf. III Fig. 7 sieht man solche perivasculäre Canäle oder Scheidenräume rings um die Venen in der Umgebung der Vena Galeni, denjenigen ähnelnd, welche man in den Sulci intergyrales (Vergl. Taf. IV Fig. 9) findet. An der Taf. IV Fig. 1 haben wir einen medianen Durchschnitt eines Schafgehirns dargestellt und in der Fig. 2 derselben Tafel haben wir bei Loupenvergrösserung ein von demselben Durchschnitt genommenes Bild der hier besonders fraglichen Partie geliefert. Diese Bilder mögen dazu geeignet sein, die vorliegenden Verhältnisse, sowie ganz besonders die Umstände zu erläutern, welche Fr. Arnold veranleitet haben, das Vorhandensein des Canalis Bichati anzunehmen und aus einem ähnlichen Durchschnitt vom Gehirn derselben Thierart diesen Canal in seinem ganzen Verlauf vom Subduralraum bis zum dritten Ventrikel hin und in diese beiden Räume mit offenen Mündungen auslaufend abzubilden. Man sieht an unseren Figuren, dass das Subarachnoidalspatium über den Corpora quadrigemina mit seinem reichlichen Subarachnoidalgewebe hauptsächlich in derselben Weise wie beim Menschen beschaffen ist. Im Vorbeigehen mag hier bemerkt werden, dass man bei *b* besonders reichliche Arachnoidalzotten hinter dem Abgang der Vena Galeni in den venösen Sinus der Dura hineinschiessend sieht. Die Vena Galeni findet man während ihres ganzen Verlaufs von ihrem Subarachnoidalcanal umgeben, welcher oben beim Eintritt der Vene ins Subarachnoidalgewebe in der beschriebenen Weise durch die Arachnoidea geschlossen wird. Man sieht den Canal bis zur unmittelbaren Nähe des dritten

Ventrikels der Vene folgen. Dort findet man wieder ein Verhältniss, welches sehr leicht zur Annahme eines offenen Zusammenhangs mit dem Ventrikel verleiten könnte. Recessus suprapinealis — oder Recessus supra conarium, wie er nunmehr, da der Name »Conarium» den der »Glandula pinealis» zu verdrängen scheint, heissen kann — findet sich beim Schafe sehr stark ausgebildet; man sieht ihn an der Figur in einer nicht unbedeutenden Strecke hinter dem Conarium ausschiessend, wobei er wie ein Blindsack in den unteren Theil des Subarachnoidalcanales der Vena Galeni (Taf. IV Fig. 1 u. 2) hervordringt; bisweilen sieht man ihn zusammen mit der Vene in der ganzen unteren Hälfte dieses Canales fortgehend. Er streckt sich im Allgemeinen nach hinten zu der Stelle, wo die Vene sich in ihre beiden Zweige theilt, welche ihn umfassen und an deren Wänden, ebenso wie an der Spaltungsstelle der Vene, er mit seiner Aussenfläche innig befestigt ist. Sehr leicht entstehen hier beim Schnittführen Berstungen in der Wand des Recesses, und der Subarachnoidalcanal der Vene scheint sich dann direct in den dritten Ventrikel fortzusetzen, ja der eigentliche Recess dieses Ventrikels kann als die unmittelbare Fortsetzung des fraglichen Canales erscheinen. Innerhalb des Recesses sieht man den Plexus chorioideus bis zu seinem oberen Ende hinaufsteigend. Woraus wird nun die dünne hintere Wand des Recesses, welche an ihrer Innenseite den Plexus chorioideus trägt, gebildet? Dies geschieht, wenn man so sagen will, durch die Tela chorioidea, aber mit diesem Namen zu der Umfassung beschränkt, in welcher sie nach unserer Ansicht immer genommen werden sollte. Eine Fortsetzung des Ependyms vom Ventrikel hinaus überzieht die Wand an der Innenseite nicht nur mit Epithel sondern auch mit einer faserigen Schicht und von dieser Schicht schiessen die Chorioidalzotten in das Innere des Recesses hinein. Auswendig wird diese innere, der Ventrikelwand selbst ursprünglich angehörenden Schicht durch die Pia verstärkt und mit ihr innig verwachsen. Reichert, welcher den Recess als eine ursprüngliche Ausbuchtung der eigentlichen dünnen Ventrikelwand schildert, äussert betreffs dieser Wand bei älteren Individuen: »Der Recessus suprapinealis scheint beim ausgebildeten Gehirn nur von häutiger Beschaffenheit zu sein, oder wenigstens nicht auffällig bemerkbare Nervensubstanz zu enthalten». Bei der näheren Betrachtung der Fig. 2, findet man eine Andeutung dazu, dass die Wand, wie oben bemerkt wurde, an der oberen Fläche des Conarium, innig mit ihr vereinigt, bis zum vorderen Rand des Conarium verläuft, von welchem sie ursprünglich an der Tænia recessus suprapinealis (Reichert) zurückgebogen wurde. Alles was nach hinten oder aussen von der Wand des Recesses oder der Tela chorioidea mit ihrer von der Pia gebildeten äusseren Fläche liegt, gehört dem Subarachnoidalgewebe mit seinen Räumen und Venencanälen an; dies Gewebe sieht man nun an den angef. Fig. mit offenen Räumen oberhalb des Recesses nach vorn zwischen seiner Tela chorioidea und dem Splenium corporis callosi mit dessen Piabekleidung sich fortsetzend [1]).

Wir haben jetzt das Velum triangulare berührt und werden nunmehr auf dasselbe übergehen. Da es indessen nicht zu dem Plane dieser Arbeit gehört, näher auf den Bau der Plexus chorioidei des Gehirns einzugehen, werden wir uns hauptsächlich nur auf die Verhältnisse im Bau des Velum triangulare mit seinen ansitzenden Plexus beschränken, welche mit unserem Gegenstand in näherem Zusammenhang stehen. Bezüglich der speciellen Historik über die Gefässvorhänge und Plexus mag es deswegen uns auch gestattet sein, im Allgemeinen auf die betreff. Arbeit von Luschka (Die Adergeflechte des menschl. Gehirns) hinzuweisen. Der obere Gefässvorhang, Tela chorioidea superior, Velum interpositum, Velum triangulare auctorum, wird betreffs seiner allgemeinen Form und Ausbreitung von den Verfassern in einer beinahe übereinstimmenden Weise geschildert; wir weisen deswegen auf die betreff. Beschreibungen der ausführlicheren Handbücher hin. Hier mag nur erinnert werden, dass das Velum durch die ganze Fissura transversa eindringt, über dem unverhältnissmässig grössten Theil der Thalami optici ausgebreitet liegt, die Spalte zwischen ihnen und der unteren Fläche des Corpus callosum mit Fornix und dessen Crura einnehmend (Taf. IV Fig. 4), sowie dass es mit seinen Seitenrändern, an welchen die Plexus chorioidei laterales sitzen, dem Rande des Fornix folgt; in der Mitte spannt es sich an der unteren Fläche des Corpus callosum und Fornix frei über dem dritten Ventrikel aus,

[1]) An der Taf. IV Fig. 1 u. 2 sieht man bei *x* einen an der unteren Fläche des Splenium und Psalterium befindlichen, am Durchschnitt birnförmigen Gyrus, welcher in dieser starken Entwickelung beim Schafe constant zu sein scheint. Man sieht auch, wie er nach hinten ein allmählig sich verdünnendes Blatt aussendet, welches sich rings um das Splenium biegt und dann an der oberen Fläche des Corpus callosum bis zu dessen Mitte oder noch weiter sich fortsetzt, dort, wie es scheint, mit den Gyri der Hemisphären sich vereinigend. Nähere Untersuchungen über diesen eigenthümlichen Gyrus haben wir nicht angestellt, sondern nur davon uns überzeugt, dass er aus grauer Hirnsubstanz besteht. Wir werden hier nur erinnern, dass Anders Retzius (Skandin. Naturforskaremötets förhandlingar 1856 und in Dublin Medical Press Dec. 1859 eine nähere Aufmerksamkeit auf das Vorhandensein von Gyri an der unteren Fläche des Fornix und Splenium bei Thieren gelenkt hat, sowie dabei auch hervorgehoben, dass schon Vicq d'Azyr dieselben dargethan hatte. Retzius stellt ferner dar, dass auch beim Menschen Andeutungen von diesen Gyri vorhanden sind. Vergl. auch Henle's Handb. d. system. Anat. Bd. 3. 1871. Eine nähere Untersuchung dieser Verhältnisse wäre unzweifelhaft von Interesse.

das Dach desselben bildend und hier den medianen Plexus (P. ventriculi tertii) tragend (s. unten). Wie es sich zu den eigentlichen lateralen und medianen Plexus verhält, werden wir dann berücksichtigen, wenn wir den allgemeinen Bau desselben etwas näher geschildert haben. Die Verfasser stimmen auch darin überein, dass das Velum aus zwei Blättern besteht, welche eine Fortsetzung der Pia von den aussen davon liegenden Hirntheilen und mithin als eine Verdoppelung der Pia anzusehen ist. Das obere Blatt ist eine unmittelbare Fortsetzung der Pia des Splenium corporis callosi und der umgebenden Theile des Grosshirns. Das untere ist dagegen eine Fortsetzung der Pia der Lamina corporum quadrigeminorum, der Crura cerebri und des hinteren Theils des Sehhügels. Von der oberen Fläche des Kleinhirns kann die Pia nicht, wie oft angegeben wird, in das Velum direct übergehen. Die beiden Blätter verhalten sich nun in der That im Velum triangulare zu den von ihnen bekleideten Hirntheilen ganz in derselben Weise wie die Pia in einem Sulcus intergyralis an der Oberfläche des Gehirns. Mit den ins Gehirn eintretenden Blutgefässen geben sie jederseits die von uns am anderen Ort geschilderten trichterförmigen Verlängerungen ab, welche in die perivasculären Adventitialscheiden sich fortsetzen. Wie verhalten sich aber diese Blätter zu einander, wie ist das Gewebe zwischen ihnen beschaffen und wie verhält sich dieses zu dem eigentlichen Subarachnoidalgewebe? Fohmann (a. a. O.) nahm hier das Vorhandensein von Saugadern an; dies wurde dann von van Ghert geleugnet (Disquisitio anatomico-pathologica de plexubus choroideis. Traj. ad Rhenum 1837. Nach Luschka angeführt). Fr. Arnold erhielt Injection von Netzen sowohl als auch von grösseren und kleineren Stämmen lymphatischer Gefässe, welche die Venen begleiteten und sich zu einem ziemlich ansehnlichen Stamm sammelten, der die Vena magna Galeni begleitete (s. o.). Luschka (Die Adergeflechte) sagt: »die beiden Blätter sind normalmässig in fast ihrer ganzen Ausbreitung innig mit einander verwachsen, ähnlich wie die Blätter des grossen Netzes, so dass man die Duplicität der Bildung gewöhnlich nur an der Stelle ihres Eintrittes durch die grosse Querspalte deutlich zu erkennen vermag. Doch ist es mir zu wiederholten Malen gelungen, in grösserer Strecke Luft zwischen die beiden Blätter zu treiben und so das obere stellenweise blasenförmig zu erheben». Durch einen feinen Tubulus konnte er Quecksilber zwischen die beiden Blätter einbringen, welches dann die kleinen Zwischenräume erfüllt oder sich auch wohl gewaltsam Wege bahnt, die bisweilen einige Aehnlichkeit mit injicirten Lymphgefässen darbieten und daher bezüglich der Beurtheilung der letzteren in diesem Theile zur grössten Vorsicht warnen. Zwischen den beiden Blättern der Pia fand er spiralig umwickelte Zellstoffbündel, welche er von der Arachnoidalscheide der Vena magna Galeni herleitete. Reichert (Der Bau des menschlichen Gehirns) fasst das Velum in der folgenden Weise auf; er äussert im Zusammenhang mit seiner Opposition gegen das Vorhandensein des Canalis Bichati: »Decke und Seitenwände der dritten Hirnkammer liegen anfangs frei und besitzen keine Oeffnung, wenn nicht etwa die äussere Hülle des Gehirns gewaltsam und mit Zerstörung der dünnen Decke der Gehirnröhre abgetrennt wird. Später wachsen die ebenfalls vollkommen geschlossenen Grosshirnbläschen über diese Gegend hinweg nach hinten bis auf das Cerebellum hinauf und verbinden sich mittelst der Commissur des Fornix und durch den Balken. Ueberall, wo hierbei die verschiedenen Bestandtheile des Gehirns mit ihrer freien Oberfläche in unmittelbare Berührung gerathen, verschmelzen die betreffenden äusseren Hüllen zu einer gemeinschaftlichen Platte, gerade so, wie zwischen den in der Fossa Sylvii sich berührenden Scheitel- und Schläfenlappen oder zwischen Cerebellum und Medulla oblongata in der Fissura transversa cerebelli. Diese Platte, welche nunmehr als ein Fortsatz der Pia mater im Bereiche der Fissura transversa cerebri angesehen wird, ist in der Mitte, wo die stärkeren Gefässe (Venen Galen's) verlaufen, durch ihre Dicke ausgezeichnet und wird hier die Tela choroidea superior genannt; sie erstreckt sich ausserdem in einer dünneren Schicht seitlich zwischen Sehhügel und Fornix weiter».

Henle schildert diese Verhältnisse, nachdem er den Ursprung der Tela chorioidea (s. o.) besprochen hat, folgendermassen: »In der Richtung von hinten nach vorn, in welcher die beiden unter dem Balken nebeneinander verlaufenden Vv. cerebri int., die sich zur V. int. communis vereinigen (Gefässl. S. 337), an Kaliber abnehmen, wird auch die Tela choroidea dünner und ebenso verdünnt sie sich nach den Seiten hin. Da das die Venen zunächst umgebende Gewebe locker ist und sich gegen die Oberflächen verdichtet, so kann man sich die Membran aus zwei Blättern zusammengesetzt denken, die vor und seitwärts allmählig mit einander verschmelzen».

Bei unseren Subarachnoidalinjectionen vom Rückenmark her haben wir oft eine vollständige Füllung des ganzen Velum triangulare bis zu den am Rande desselben in den Seitenventrikeln verlaufenden lateralen Plexus chorioidei erhalten, nie hat aber die Injection bis in die Chorioidalzotten selbst, weder hier noch in dem medianen Plexus des dritten Ventrikels, gereicht. Uebrigens hat sie sich in derselben Weise wie die gleichzeitige Subarachnoidalinjection an der Hirnoberfläche verhalten und dabei theils mehr die Blutgefässe, besonders die grösseren, begleitet, theils sich auch

vollständig zwischen ihnen verbreitet. Es ist klar, dass Fr. Arnold mit Quecksilber ähnliche Injectionen erhalten hat, die er aber als auf dem Vorhandensein wirklicher Lymphgefässe beruhend ansah. Für uns, die eine andere Auffassung vom Subarachnoidalgewebe und dessen oft mehr oder weniger canalförmigen, die Blutgefässe umfassenden Räumen hatten, wurde es hingegen ein Beweis dafür, dass das eigentliche Subarachnoidalgewebe mit seinen untereinander offenen Räumen sich zwischen den Piablättern im ganzen Velum fortsetzen muss, und eine nähere Untersuchung hat gezeigt, dass es sich auch so verhält. Von der hinter der Wurzel oder Basis des Velum befindlichen Cisterna ambiens folgt dies Gewebe den nach innen ins Velum sich fortsetzenden Piablättern in einer dem Verhalten in den Sulci intergyrales entsprechenden Weise. Die Fig. 4 der Taf. IV zeigt einen Durchschnitt des Velum in der Spalte zwischen Fornix und Thalamus opticus; man sieht dort, wie das kleinräumige Subarachnoidalgewebe mit feinen Häutchen und Balken zwischen die beiden, die Begrenzungshäutchen des Velum bildenden Piablätter läuft. In diesem Subarachnoidalgewebe verlaufen die Blutgefässe, unregelmässig in demselben aufgehängt oder von mehr oder weniger deutlichen Subarachnoidalcanälen umgeben. Im mittleren Theil des Velum, welcher das Dach des dritten Ventrikels bildet, ist das Subarachnoidalgewebe besonders reichlich, zum grossen Theil aus den Venencanälen bestehend, und bei Injection schwillt es hier bis zur Dicke von 3 Mm. oder noch mehr an. Aber auch in den Seitentheilen des Velum, in der Spalte zwischen dem Fornix und den Thalami optici sieht man es bei der Injection bis zur Dicke von einigen Mm. anschwellen. Von den Subarachnoidalräumen des Velum geht die Injectionsflüssigkeit, wie oben erwähnt wurde, in die die Blutgefässe in die Gehirnsubstanz begleitenden Piatrichter hinein. Der eigentliche Bau des Velum ist mithin in der That sehr einfach; es besteht aus zwei Piablättern, welche sich zu der umgebenden Gehirnsubstanz in ganz derselben Weise verhalten, wie die Pia zur Hirnoberfläche, und zwischen diesen Blättern verlaufen Blutgefässe in einem Subarachnoidalgewebe, dessen maschige Zwischenräume mit den Subarachnoidalräumen am Eintritt des Velum in die Fissura transversa, d. h. mit der Cisterna ambiens, in offener Verbindung stehen. Das Velum selbst hat mithin in seinem Bau nichts Specifisches, was es von einer gewöhnlichen Piaverdoppelung unterscheidet; das Eigenthümliche betrifft nur ihre Lage. Wie verhält sich aber nun das Velum zu den eigentlichen Plexus chorioidei, und wovon hängt es ab, dass die Subarachnoidalräume nicht in die Zotten derselben eindringen? Wir werden uns zuerst zu den lateralen Plexus der Seitenventrikel wenden. Im Allgemeinen scheint man anzunehmen, dass diese Plexus in ausgebildetem Zustand eine directe Fortsetzung des Velum sind, von dessen Rande an der Kante des Fornix ausgehen, sowie frei im Ventrikelinhalt flottiren. Die Schilderung Henles erlauben wir uns hier als einen Ausdruck der herrschenden Auffassung anzuführen, um so vielmehr da er genauer als die meisten Anderen die Verhältnisse darstellt (a. O. S. 319): »Seitlich verliert sich die Tela choroidea am lateralen Rande der Fimbria des Fornix in das Ependyma des Thalamus und auch nach vorn setzt sie sich an beiden Flächen des Septum lucidum in das Ependyma dieses Hirntheils fort, während sie in der Mitte, wo sie auf die Säulen des Fornix trifft, mit einem freien Rande abschliesst, in welchem die Plexus choroidei des Grosshirns sich vereinigen». Vom Plexus selbst sagt er: »Der laterale Plexus verläuft am Seitenrande der Tela choroidea, und gelangt durch das Foramen Monroi, das er im bluterfüllten Zustande wahrscheinlich ausfüllt, in den Seitenventrikel. Im vorderen Horn desselben liegt er frei zwischen Septum lucidum und Streifenhügel, dann begleitet er die Fimbria in das Unterhorn. Er deckt sie, indem er sich mit dem freien, zottentragenden Rande medianwärts wendet, so dass der Rand der Fimbria erst sichtbar wird, wenn man den Plexus nach aussen zurückgeschlagen hat (Fig. 223, linke Seite). Die Fimbria liegt in einem Falz, dessen untere Wand von der eigentlichen Tela choroidea, dessen obere Wand von dem medianwärts umgeschlagenen Rande der Tela choroidea, der die Zotten trägt, gebildet wird».

Die Anordnung der Plexus selbst ist indessen auch in dem ganz ausgebildeten Gehirn keineswegs so einfach als man auf Grund der Beschreibungen und der bei Sectionen wahrzunehmenden Verhältnisse glauben könnte; sie scheint, soweit wir gefunden haben, bisher der Aufmerksamkeit der Anatomen vollständig entgangen zu sein. Es war eigentlich zuerst an Querschnitten gefrorener Gehirne, welche Schnitte noch gefroren in Müller'sche Flüssigkeit und Alkohol eingelegt wurden, wo wir die jetzt zu beschreibenden Verhältnisse wahrgenommen haben. Später gelang es uns an Gehirnen, welche in ihren inneren Partien mit Alkohol gut erhärtet waren, die gemachten Beobachtungen zu bestätigen; im Ganzen liefern solche Gehirne schönere Präparate als die gefrorenen, wenn man nur alle Zerreissungen vermeiden kann. An den im gefrorenen Zustand erhärteten Schnitten ist nämlich die Hirnsubstanz selbst in Folge des Verlaufes beim Erfrieren (Vergl. Axel Key und Gust. Retzius: Om frysningsmetodens användande vid histologisk teknik. Nord. Med. Arkiv. Bd. VI, N:r 7, iv) von dicht neben einander liegenden, sehr groben Canälen durchzogen, wodurch die eigentlichen Grenzen oft verwischt werden.

An solchen Präparaten sieht man nun, dass der Plexus lateralis nicht einfach, mit nach allen Seiten ausschiessenden Zotten versehen ist, sowie dass er nicht vom Rande der Fimbria frei im Ventrikel schwebt, sondern dass er aus zwei Blättern, einem oberen und einem unteren, besteht (Taf. IV Fig. 3 u. 4). Die beiden Blätter vereinigen sich mit einander, entweder dicht bei oder in ganz kurzer Entfernung von der Fimbria, zu einem gemeinsamen, sehr schmalen Blatte oder Bande, welches am eigentlichen Rand der Fimbria sich befestigt. Die beiden Blätter ähneln in ihrer Anordnung den Wänden eines auf der Seite liegenden Bootes, dessen Kiel dann den gemeinsamen Befestigungsrand vorstellt. Noch besser wird vielleicht das Verhältniss in der Weise beschrieben, dass von dem dünnen, zugeschärften Rande der Fimbria gleichsam eine unmittelbare Fortsetzung derselben, ein dünnes schmales Gebräme, das wir die Wurzel (oder den Kiel) des Plexus nennen wollen, ausläuft; dies spaltet sich bald, oft dicht bei seinem Ursprung, in zwei dünne Blätter, welche sich bogenförmig aus einander biegen (Fig. 3 u. 4 Taf. IV). Das obere Blatt schlägt sich nach oben zum Dach des Ventrikels und folgt demselben bis zur Nähe des Seitenrandes des Ventrikels selbst; es endigt dort mit einem im Allgemeinen freien Rande. In dieser Lage wird es dadurch festgehalten, dass Blutgefässe vom Ventrikeldach hie und da in dasselbe übergehen; diese Blutgefässe begleitet das Ependym, welches übrigens auch das Dach selbst bekleidet. Dieses Blatt ist mithin verhältnissmässig frei. Die beiden Flächen des Blattes sind vom Epithel überzogen, welches eine Fortsetzung des Ependymepithels ist, und von denselben schiessen nach beiden Seiten Zotten hinaus; in dem Rande des Blattes befindet sich die schlingenförmig verlaufende Vena chorioidea (Fig. 3 *V.ch.*) Mit dem Velum triangulare steht es in keiner unmittelbaren Berührung.

In einem ganz anderen Verhältniss zum Velum triangulare sowohl als zur Ventrikelwand steht das untere Blatt. Wie die angeführten Figuren zeigen, spannt es sich von der gemeinsamen Wurzel am Rande der Fimbria zum Boden des Ventrikels und geht hier in einiger Entfernung von dem zwischen das Corpus striatum und den Thalamus opticus verlaufenden Grenzstrang, Stria terminalis, unmittelbar in das Ependyma des Thalamus opticus über (Fig. 3 *d*). Oft sieht man hier, wie die Fig. 3 zeigt, eine kleine Verdickung des Ependyms an der Befestigung dieses Blattes. Das Ependymepithel setzt sich natürlicherweise nur an der oberen Fläche dieses Blattes fort; von dieser Fläche schiessen entweder direct oder auch mittelst eines mehr oder weniger membranösen Gerüstes die in ihren verschiedenen, eigenthümlichen (hier nicht näher zu beschreibenden) Gestalten, kleinen gefalteten Blättern u. s. w. ähnelnden Chorioidalzotten hinaus. An der Befestigung des unteren Blattes am Thalamus gehen gewöhnlich lange Zotten aus, welche sich nach aussen wenden, so dass sie mit ihren Enden den äusseren Theil des Thalamus bedecken und den Rand des Corpus striatum erreichen. Der Thalamus wird also fast vollständig von Chorioidalzotten umhüllt. Das untere Blatt des Plexus geht nun mit ihrer unteren Fläche eine innige Verbindung mit dem Rande des Velum triangulare ein. Wie wir aus den beiden angeführten Figuren sehen, deckt dieses Blatt die zwischen Fornix und Thalamus opticus befindliche Spalte, in welcher das Velum interpositum seine Lage hat, aber durch den schiefen Verlauf des Chorioidalblattes wird die Spalte ausserhalb des Randes der Fimbria in der Art verlängert, dass sie zwischen diesem Blatte und dem Thalamus opticus bis zu der Befestigung des ersteren an dem letzteren sich fortsetzt (Fig. 3 und 4).

Das Velum triangulare geht nun mit seinem Subarachnoidalgewebe und seinen Blutgefässen in dieser Spalte bis zu der erwähnten Befestigungsstelle fort. Es sendet hierbei Gefässe zum Plexus und wird mit dem unteren Blatte desselben so innig vereinigt, dass der Plexus, weil seine übrigen Verbindungen bei geringstem Zug äusserst leicht bersten, immer mit dem Velum folgt. Bei Subarachnoidalinjectionen des Velum läuft die Flüssigkeit bis zur Befestigungsstelle des unteren Chorioidalblattes am Thalamus, aber, wie erwähnt wurde, nie in die Zotten hinein; die geschilderten Verhältnisse geben nun die Erklärung dieser Thatsache.

Aus dem Angeführten geht eben hervor, dass die Pia oder die Duplicatur dieser Haut, welche zusammen mit den begleitenden Blutgefässen und dem Subarachnoidalgewebe das Velum triangulare bildet, auch im vollständig entwickelten Gehirn keineswegs in die Seitenventrikel eindringt, um dort die Plexus chorioidei zu bilden, sondern dass das Velum jederseits vom Ventrikel mittelst des unteren Chorioidalblattes getrennt ist, mit dessen unteren, Zotten und Epithel mangelnden Fläche es innig verwachsen ist. Das eigentliche Grundgewebe der Chorioidalplexus entspringt hauptsächlich aus der Fimbrie und befestigt sich mit seinem unteren Blatte auf dem Thalamus an dessen Ependym in einiger Entfernung von der Stria terminalis. Was die mikroskopischen Verhältnisse betrifft, haben wir dieselben keiner eingehenderen Untersuchung unterworfen und werden sie deswegen nicht näher in Betracht nehmen; wir erwähnen deswegen nur, dass die eigentliche Hirnsubstanz im Allgemeinen im

ausgebildeten Gehirn ziemlich schnell mit dem Rande der Fimbria aufzuhören und in der Wurzel des Plexus oder in seinen beiden Blättern sich nicht fortzusetzen scheint. Die Grundmasse der letzteren besteht, wenn man von den Zotten absieht, aus einem fibrillären Gewebe mit verhältnissmässig grossen, protoplasmatischen Zellen. Dies Gewebe tritt in der Wurzel als eine unmittelbare Fortsetzung des Randes der Fimbria sowie des Ependyms ihrer oberen Fläche hervor. Die beiden Blätter sind übrigens überall an ihren freien Oberflächen von einem Epithel überzogen, welches eine Fortsetzung des Ependymepithels ist und auf die von den Blättern hinausschiessenden Zotten übergeht.

Die geschilderten Verhältnisse stimmen sehr gut mit der Entwickelungsgeschichte überein, welche, wie oben hervorgehoben wurde, angiebt, dass die Plexus chorioidei sich in den Ventrikeln, von der Pia unabhängig, entwickeln. Reichert (a. a. O.) äussert unter Anderem hierüber: »Wohl allgemein verbreitet ist die Ansicht, dass die Plexus choroidei als Wucherungen der Pia mater anzusehen seien. Gerade die erste Entstehung und Bildung der Plexus choroidei hat gelehrt, dass dieselben aus dem Ependyma hervorwuchern und mit der Pia mater nur durch Gefässe communiciren«. Man findet nun, dass auch die vollkommen ausgebildeten Plexus das Gepräge einer solchen Entwickelung bei sich tragen.

Bevor wir die von uns bisher nur berücksichtigten Plexus laterales verlassen, möchten wir noch auf einige Umstände bei ihrer allgemeinen Anordnung die Aufmerksamkeit lenken. Das untere oder Bodenblatt hat seine stärkste Entwickelung und seine grösste Breite in den vorderen Theilen des Plexus. Es ist hier weit reicher an Zotten als das obere oder Dachblatt. Der äussere, am Thalamus sich befestigende Rand ist vorn unmittelbar bei und hinter dem Foramen Monroi etwas mehr von der Stria terminalis entfernt, nähert sich aber doch bald derselben und läuft dann parallel und mehr oder weniger nahe an ihr, in einer solchen Weise, dass der Gedanke entstehen muss, die eigenthümliche Stria terminalis mit der unter ihr befindlichen Vene stehe in etwaigem Entwickelungsverhältniss zu diesem unteren Blatt des Plexus. Nach hinten, wo der Plexus mit der Fimbria in das Unterhorn hinabläuft und der Rand der Fimbria sich der Stria terminalis immer mehr nähert, wird die Breite des unteren Chorioidalblattes in einer entsprechenden Weise kleiner und wird allmählig zu einem schmalen, zottentragenden Rand reducirt, welcher sich zwischen der Fimbria und dem Grenzstrang (Stria terminalis) ausspannt. Das obere Blatt ist hingegen in seinen vorderen Partien weniger stark entwickelt; es beginnt etwas hinter dem Foramen Monroi, wie die Fig. 5 der Taf. IV bei *a* zeigt, als ein spitz auslaufendes Gebräme am Rande des Fornix. Wenn es wie gewöhnlich an nicht gut erhärteten Gehirnen vom Dach abgelöst ist und auf dem unteren Blatte hinabgesunken liegt, sieht man es als ein feiner Schleier mit einem stärkeren Rande das untere Blatt bedecken (Vergl. die angef. Fig.). Es wird bald breiter und erreicht seitlich vom Thalamus im engeren Theil des Ventrikels eben den Seitenrand des Ventrikels (Fig. 4). In den vorderen Partien ist es an Zotten arm; solche finden sich doch von ihm ausschiessend an seinen beiden Flächen; am reichlichsten an dem vorderen, sich verschmälernden Rande sowie dicht bei der Befestigung am Fornix und an den äusseren Partien des Blattes. Nach hinten wird dies Blatt immer mehr entwickelt, und der Theil, welcher Glomus genannt wird, gehört ihm vollständig an. Im Unterhorn hat es eine verhältnissmässig bedeutende Breite, spannt sich auch hier immer durch das Lumen der Cavität zum Dach oder der demselben entsprechenden Fläche hinüber und biegt sich dort nach aussen; es besitzt indessen hier eine weniger bedeutende Ausbreitung nach der Seite hin längs dem Dache, an welchem es mit einem wulstigen, sehr zottenreichen, nach aussen gebogenen Rande endigt. Weil aber nun das untere Blatt an Breite sehr reducirt ist, das obere hingegen die erwähnte starke Entwickelung und Gestalt erhalten hat, so ähnelt der Plexus im Unterhorn bis zu einem gewissen Grade und besonders mit Rücksicht auf die Gestalt einer in der Länge gespalteten Eisenbahnschiene. Der halbirte Fuss wird von dem unteren, zwischen der Fimbria und der Stria sich ausbreitenden, schmalen Blatte gebildet; der übrige Theil der halbirten Schiene wird von dem oberen Blatte mit dessen Biegung nach aussen am Dach repräsentirt. Gewöhnlich liegt das obere Blatt daneben etwas nach innen auf der Fimbria zurückgeschoben, so dass es, gewissermassen wie Henle von dem Plexus dieser Stelle bemerkt, mehr oder weniger die obere Fläche der Fimbria bedeckt.

Ein Blick auf die Fig. 4 der Taf. IV zeigt, dass durch die beschriebene Beschaffenheit des Plexus lateralis jeder Seitenventrikel von dem vorderen Theil des Thalamus opticus hinaus in zwei Partien getheilt wird, eine äussere, welche nach aussen von der Fimbria des Fornix liegt und durch den rinnenförmigen Plexus, d. h. eigentlich durch dessen oberes Blatt von der inneren Partie des Ventrikels, welche zwischen dem Körper des Fornix und den Balken liegt, abgegrenzt wird. Wie weit auch diese letztere Abtheilung sein kann, erhellt am besten aus der Fig. 2 der Taf. VII, welche nach einem gefrorenen Präparate mit gelinder, durch die Injection bewirkter Ausspannung des Ventrikels gezeichnet wurde, sowie aus den Fig. 3 u. 4 der Taf. IV, welche Weingeistpräparate ohne jegliche Ausspannung

darstellen. Bei Gehirnen, welche in den inneren Theilen nicht besonders gut erhärtet sind, kann man über diese Verhältnisse wenig schliessen, besonders wenn sie einige Zeit aufbewahrt sind und das Dach der Ventrikel gegen den Boden gedrückt liegt, wobei besonders der Fornix sehr unregelmässige Formveränderungen erleidet. Die abnorme Lage des Fornix, welche die Fig. 2 der Taf. VII wiedergiebt, haben wir auch dann und wann an den in Weingeist gut erhärteten Gehirnen gesehen.

Die beiden Abtheilungen jedes Seitenventrikels, welche das obere Blatt des Plexus verursacht, sind, wie aus der obigen Schilderung hervorgeht, von einander bei weitem nicht vollständig getrennt. Erstens liegt das obere Blatt dem Dach nur lose an; eine Flüssigkeit kann also von der einen Abtheilung zur anderen, und dies, wie es scheint, viel leichter von der medianen zur lateralen als umgekehrt, passiren. Wenn man sich denkt, dass die äussere Abtheilung stärker gefüllt ist als die innere oder dass eine stärkere Flüssigkeitsabsonderung hier stattfindet, so scheint daraus zu erfolgen, dass das obere Blatt dem Dach inniger angedrückt wird und mithin einen genauen Schluss hier bewirken mag; die Flüssigkeit muss dann nach vorn längs der Rinne des Plexus bis zur Nähe des Foramen Monroi strömen, wo die Rinne aufhört und die beiden Abtheilungen frei unter einander zusammenhängen, ebenso wie hier durch diese Löcher Ablauf zum dritten Ventrikel vorhanden ist. Dass in der That während des Lebens eine stärkere Absonderung in der lateralen als in der medianen Abtheilung stattfindet, dafür spricht die weit reichlichere Zottenbildung in jener; vorn sitzt sogar die ganze Hauptmasse der Zotten in der äusseren Abtheilung. Der Umstand, dass das obere Blatt des Plexus hinten, wie erwähnt wurde, nach innen auf der Fimbria gebogen liegt, spricht dafür, dass es auch hier von der äusseren Seite her mehr als von der inneren dem Druck ausgesetzt ist, was aber auch durch eine stärkere Secretion der äusseren Abtheilung erklärt wird. Wenn eine grössere Anströmung oder Vermehrung von Flüssigkeit in der inneren Abtheilung der Seitenventrikel stattfinde, scheint diese Flüssigkeit leicht allerwärts in die äussere, zwischen das Dach und das obere Blatt des Plexus, ausweichen zu können. Wie dem auch sei, verdienen die erwähnten Verhältnisse Aufmerksamkeit.

Das oben Angeführte erklärt den Umstand, dass bei Subarachnoidalinjectionen die Flüssigkeit durch das ganze Velum verläuft, in die eigentlichen Plexus chorioidei laterales aber nicht eindringt. Ganz dasselbe Verhältniss findet an dem medianen Plexus statt, welcher in den dritten Ventrikel von dem Theil des Velum eindringt, das sich über diesen Ventrikel ausspannt und das Dach desselben bildet. Auch hier dringt die Injection nicht in die Zotten hinein, obwohl sie in diesem medianen Theil des Velum gewöhnlich sehr stark wird. Wie bekannt sendet das Velum jederseits an der abhängigen Fläche des Thalamus eine an der Tænia thalami optici sich befestigende Falte oder ein Gebräme (Taf. IV Fig. 4 *T*) hinab. An der inneren Seite dieses Gebrämes sitzen jederseits die beiden Stränge der medianen Plexus, vorn dichter an einander geschlossen, hinten mit einer zwischen ihnen befindlichen, offenen Rinne. Hier ist es nicht das untere Piablatt des Velum, von welchem diese Zotten direct ausschiessen. Dieses Blatt ist nämlich nach dem Ventrikel zu — um den für diese Verhältnisse bezeichnenden Ausdruck Reicherts zu benutzen — von dem häutig gebliebenen Rest der ursprünglichen Ventrikelwand überzogen. Dies geht aber, wie das Chorioidalgewebe von der Fimbria des Fornix, auch im vollständig entwickelten Gehirn jederseits von der Tænia thalami optici hinaus und bildet mehr oder weniger ein kleines Gewölbe über den dritten Ventrikel, von welchem die Zotten ausschiessen. Das untere Piablatt des Velum ist mit dieser dünnen Wand innig vereinigt, und ausserhalb oder oberhalb der Pia findet sich im Velum das Subarachnoidalgewebe mit seinen Blutgefässen, welche den Zotten ihre Zweige abgeben. Das in dieser Weise gebildete Dach des dritten Ventrikels läuft nun mit seiner Befestigung jederseits längs der Tænia fort. Auch Henle bemerkt über das Verhalten zwischen diesen, Tænia und Plexus, dass die Tænia »sich in diesem Plexus öfters ebenso verliert wie der Ponticulus in die Tænia chorioidea des Kleinhirns». Mit den Tæniæ setzt sich die Befestigung der Tela chorioidea auf die Pedunculi conarii fort, wonach sie am ausgebildeten Gehirn, wie wir in der Regel gefunden haben, jederseits längs den Seitenrändern des Conarium verläuft, an der Spitze oder an der oberen Fläche des Conarium etwas vor der Spitze zusammentreffend. Oben wurde schon der in dieser Weise entstandene, den dritten Ventrikel abschliessende Recessus suprapinealis (R. supra conarium) geschildert, in welchen die beiden Stränge des Plexus jenes Ventrikels hinten zusammenlaufen.

Da nun nach der obigen Beschreibung Velum triangulare in seiner ganzen Ausdehnung nur als eine Duplicatur der Pia mit zwischenliegendem Subarachnoidalgewebe betrachtet werden kann und da es mithin keine eigenthümliche Beschaffenheit besitzt, sowie es nicht selbst in die Ventrikel eindringt, um die Plexus chorioidei zu bilden, so erweist sich auch die Bezeichnung »Tela chorioidea» für dasselbe wenig geeignet. Es scheint uns, dass es der Nomenclatur ein Gewinn sei, wenn man hiernach aufhörte, diesen Namen als Synonym des Velum triangulare oder interpositum

anzuwenden und statt dessen die Bezeichnung »Tela chorioidea» für die Stellen beschränkte, wo das Velum an seiner Oberfläche durch eine häutige und zottentragende Lamelle des Gehirns selbst oder sogar des Ependyms beiträgt, eine Wand des resp. Ventrikels und ein wirkliches, zottentragendes Gewebe zu bilden. Der Name »Tela chorioidea» würde dann immer eine und dieselbe Sache bezeichnen und nicht wie bisher Undeutlichkeit und Schwierigkeiten bei der Beschreibung veranlassen. Dann würde man sagen, dass das Velum nur in der Mittelpartie über dem dritten Ventrikel und an den Rändern bei den Seitenventrikeln zur Bildung einer Tela chorioidea beiträgt.

Aus der obigen Schilderung geht u. A. hervor, dass man nicht jedes krankhafte, im Velum zu findende Product, wie z. B. Blut oder puriforme Zumischung, als an der Stelle, wo es angetroffen wird, gebildet, ansehen darf. Es kann nämlich sehr leicht aus den Subarachnoidalräumen der Umgebung oder aus recht entfernten Orten dorthin eingeführt worden sein.

Nachdem wir also die grossen Cisternen an der Basis des Gehirns, ferner das Velum interpositum und das Verhältniss der Cisterna ambiens zu dem Subarachnoidalgewebe im letzteren, ebenso wie die Verhältnisse des Velum zu den Plexus chorioidei und den Ventrikeln geschildert haben, werden wir jetzt zu dem übrigen, an den Hemisphären des Gehirns befindlichen Subarachnoidalgewebe und zu dessen Räumen übergehen. Schon oben wurde bemerkt, dass die Arterien der Hirnbasis, wenn sie von den hiesigen grossen Cisternen hinaus in die Sulci intergyrales eindringen, von ziemlich weiten, canalförmigen, sie umscheidenden Räumen umgeben sind. Diese canalförmigen Scheidenräume begleiten dann die Arterien während ihrer ferneren Verzweigungen; dabei schweben die Arterien theils frei in denselben, theils werden sie den Wänden angeheftet, so dass das Blutgefäss nur von der einen Seite her in das Lumen des Subarachnoidalraums hineinschiesst. In derselben Weise sind die der Pia zunächst befindlichen Gefässe an diese Haut geheftet. Aber nicht nur die Arterien werden von den Cisternen der Hirnbasis her mit solchen Scheidenräumen umgeben; an mehreren Stellen wurde oben hervorgehoben, dass auch die Venen, besonders die grösseren, in derselben Weise mehr oder weniger von derartigen Subarachnoidalcanälen umgeben sind. Bei Anschneiden eines gut erhärteten, uninjicirten, mit seiner weichen Haut versehenen Gehirns sieht man schon mit blossem Auge und noch besser mit Loupe diese canalförmigen Räume oder, wie wir dieselben bezeichnen wollen, »perivasculären Subarachnoidalräume oder Canäle» (Taf. IV Fig. 9). Es sind eben diese Räume, welche Fohmann, Arnold, His und nach ihnen auch spätere Verfasser als wirkliche, die eigentliche Cerebrospinalflüssigkeit enthaltende, von den übrigen Subarachnoidalräumen abgetrennte Lymphgefässe aufgefasst haben; nach His sollen sie ausserdem in offener Verbindung mit seinem Epicerebralraum unter der Pia stehen; für diese Lymphgefässe, wie gross sie auch seien, hatte man indessen nie einen Ablauf gefunden. Wie wir gezeigt haben, gehören sie ganz den Subarachnoidalräumen im Allgemeinen an. Dies geht schon aus ihrem soeben erwähnten, ganz offenen Zusammenhang mit den grossen Basilarcisternen hervor; dadurch wird auch die unrichtige Annahme widerlegt, dass diese letzteren mit den Subarachnoidalräumen an den oberen Partien des Gehirns nicht in offener Verbindung stehen. Zwischen den die Blutgefässe umgebenden, canalförmigen Räumen besteht das ganze Subarachnoidalgewebe überall aus kleinen Räumen, welche durch feine, vollständige oder mehr weniger durchbrochene Häutchen begrenzt werden (Taf. V Fig. 1, 2 und 3); die eingehendere histologische Beschreibung dieser Häutchen wird ganz dem dazu gewidmeten, unten folgenden Capitel überlassen. Diese Räume sind in ihrem Lumen frei oder theilweise von verzweigten feinen Balken, welche in ihre Wände übergehen, durchzogen, theils besteht der Zwischenraum zwischen angrenzenden Räumen oft grösstentheils aus einem solchen Balkenwerk. Theils lösen sich die Wände an gewissen Stellen ganz und gar zu einem maschigen, lockeren, schwammigen Netzwerk einander kreuzender und unter sich anastomosirender, verzweigter Balken auf, was besonders gegen die Oberfläche, d. h. nach der Arachnoidea hin sowie in der Nähe der Arachnoidalzotten (Taf. XXVIII Fig. 1), der Fall ist. Uebergangsformen kommen auch zwischen den eigentlichen Subarachnoidalräumen und den Balkennetzen vor, indem diese, wie wir schon oben in noch höherem Grade beim Subarachnoidalspatium des Rückenmarks sahen, sich so anordnen, dass sie etwa kleine, unvollständige Räume umgeben, um endlich in die die eigentlichen Räume begrenzenden Häutchen überzugehen. An den Querschnitten kann man nicht die die Blutgefässe enthaltenden Räume oder diejenigen, aus denen die Gefässe herausgefallen sind, von solchen unterscheiden, in welchen Blutgefässe nie vorhanden waren. Oft sieht man indessen die Blutgefässe nicht, wie oben geschildert wurde, in wirklichen Räumen, mehr oder weniger frei oder auch seitlich angeheftet liegend, sondern sie befinden sich (Taf. V Fig. 2 und 3) gleichsam in den Wänden eingewebt oder von einem Balkenwerk dicht umsponnen; dies letztere findet besonders in der Nähe der venösen Sinus statt (Taf. VIII Fig. 1). Die angegebene Beschaffenheit behält nun das zwischen Pia und Arachnoidea ausgespannte Subarachnoidalgewebe überall an den

Hemisphären bei, nur mit mehr oder weniger Wechselungen von Menge, Grösse der Räume u. s. w. Nirgends ist, so weit wir finden können, die Arachnoidea direct mit der Pia verwachsen; überall findet man Subarachnoidalgewebe und Räume für die Cerebrospinalflüssigkeit zwischen ihnen, ebenso wie zwischen den beiden Piablättern, welche in den Furchen die angrenzenden Gyri überkleiden. Ueber der sichtbaren Oberfläche der Gyri ist das Verhältniss im Allgemeinen am einfachsten (Taf. V Fig. 1). Dort findet sich oft an der Convexität nur eine einzige Schicht kleiner, an Grösse unter einander etwas wechselnder Räume und perivasculärer Gänge. Oft liegen indessen die Räume auch hier in mehr als einer, ja sogar in mehreren Schichten. Wie stark die weiche Haut ausgespannt werden kann, hat man bei sog. Oedem nicht selten Gelegenheit wahrzunehmen. Die Arachnoidea kann dabei durch die Ausspannung der fraglichen Räume einige Mm. über der Wölbung der Oberfläche der Gyri, eben von der Pia, aufgehoben gesehen werden. Bisweilen, aber nur ausnahmsweise, findet sich hier ein kleines Balkennetz zwischen die Räume eingeschoben; in der Regel ist doch in der Nähe der Pia, auch an solchen Stellen, unter dem Netzwerk eine Schicht von Räumen vorhanden. An den Abhängen der Windungen gegen die Furchen hin nehmen die Schichten der Räume und Gänge an Anzahl zu. In den Furchen sind sie zahlreich; die grösseren können fast den ganzen Zwischenraum der beiden Piablätter einnehmen, übrigens liegen im Allgemeinen mehrere in der Breite neben einander und in vielfacher Anordnung über einander. Ausserhalb der Furchen, dicht bei der über ihnen ausgespannten Arachnoidea, findet man oft ein reichliches schwammiges Balkennetz von oben angegebener Beschaffenheit. Ueberall stehen die Räume mittelst gröberer oder feinerer Oeffnungen in Verbindung mit einander. Verhältnissmässig undurchlöchert sind die Subarachnoidalwände, welche die perivasculären Gänge, besonders die der gröberen Blutgefässe, begrenzen, aber auch diese verbinden sich mittelst Oeffnungen mit den umgebenden Räumen. Dagegen stehen sie nicht, ebensowenig wie die übrigen Subarachnoidalräume, mit dem His'schen Epicerebralraum unter der Pia, zwischen ihr und dem Gehirn, in Verbindung, wenn überhaupt ein solcher Raum (s. unten) vorhanden ist. Die Pia sendet nämlich trichterförmige Verlängerungen mit den in die Hirnsubstanz eindringenden Blutgefässen ab, und diese Trichter setzen sich dann als Adventitialscheiden der Gefässe in das Innere des Gehirns fort (Taf. V Fig. 5 u. s. w.). Die erwähnten, Trichter sind also nach den Subarachnoidalräumen hin offen, welche letzteren eben durch dieselben mit den erwähnten rings um die Blutgefässe herum befindlichen Röhren im Inneren des Gehirns in offener Verbindung stehen. (Hierüber mehr unten).

Mit der eben gegebenen Schilderung stimmen nun die Injectionsresultate vollständig überein. Bei Stichinjectionen sowie noch besser, wenn man bei einer allgemeinen Subarachnoidalinjection das Schädeldach vorsichtig wegnimmt, die Dura an den Seiten ohne die Arachnoidea zu beschädigen aufschneidet und nach oben zurückschlägt, hat man Gelegenheit das Vordringen der Flüssigkeit direct wahrzunehmen. Durch den Vergleich solcher Gehirne in verschiedenem Grade von Injection sowie durch die directe Beobachtung der der Inspection während der Injection zugänglichen Partien findet man, dass die Flüssigkeit von den Subarachnoidalräumen des Rückenmarks her durch die grossen Basalcisternen läuft und von diesen zuerst in der Tiefe der Furchen, sowie anfangs vorzugsweise in der Umgebung der Blutgefässe, d. h. in den Subarachnoidalcanälen derselben hervordringt; sie läuft dann in den letzteren mit den Gefässen gegen die Oberfläche hinauf, allmählig auch die Umgebung derselben füllend. Seitwärts nach den Rücken der Windungen hin gehen mehr oder weniger verzweigte Ausläufer ab, welche man im Allgemeinen auch anfangs die Verzweigungen der Blutgefässe begleitend sieht, dabei theils neben der einen Seite derselben, theils mehr unabhängig von einander neben ihren beiden Seiten hervorschiessend, theils auch das ganze Gefäss umhüllend; theils gehen sie aber auch von Blutgefässen ganz unabhängig, sich solchen bald nähernd, bald wieder etwas von ihnen entfernend. Man kann in dieser Weise grössere oder kleinere Felder erhalten, wo hauptsächlich die perivasculären Gänge gefüllt sind (Taf. IX Fig. 1). Oft sieht man ein Blutgefäss sich innerhalb eines Ganges theilen oder zwei bis drei feinere Gefässe in demselben Gang verlaufen. Bisweilen erscheinen, wie eben erwähnt wurde, in einer Strecke keine Gefässe in den Gängen. Bisweilen können diese eine weite Strecke hervorschiessen, ohne Zweige nach den Seiten hin abzugeben; bisweilen sind solche zahlreich vorhanden; hie und da sieht man, besonders in den Furchen, zwei von verschiedenen Seiten kommende Gänge, ohne zusammenzulaufen, einander kreuzen. Die Gänge sind zuweilen gerade, in der Regel aber doch schlingernd. Sie können von 0.5 bis zu 2 Mm. oder noch viel mehr an Breite messen und sind oft theils durch ebene, theils durch buchtige Ränder ganz scharf begrenzt, oder auch sind die Ränder gezackt oder mit zackenförmigen, durch seitliche Fortsätze der Injectionsmasse entstandene Ausbuchtungen versehen. Wird nun die Injection fortgesetzt, so werden diese Aussprünge immer vermehrt; die Injectionsmasse fliesst in die zwischen den Gefässgängen befindlichen Subarachnoidalräume hinein und füllt nach und nach dieselben überall aus; allmählig

entsteht um das ganze Gehirn oder in grösseren und kleineren Partien je nach dem Grade der Injection eine gleichförmige Füllung des ganzen Subarachnoidalgewebes, d. h. ein Zustand, welcher einem gewöhnlichen sog. Oedem vollständig entspricht, wobei also die Injectionsflüssigkeit statt der Cerebrospinalflüssigkeit die Räume einnimmt. Die ganze Hirnoberfläche ist dann von Injectionsflüssigkeit umgeben und die Arachnoidea liegt, wie bei einem starken Oedem, auch auf dem Rücken der Windungen mehr oder weniger hoch über der Pia durch die zwischen diesen Häutchen befindliche Flüssigkeit aufgehoben. Die verschiedenen Injectionsstufen haben wir in einer Reihe von Bildern (Taf. VI, VIII, IX) wiederzugeben versucht, weswegen auf dieselben hingewiesen wird. Auch bei der vollständigen Füllung des Subarachnoidalgewebes sammt seiner perivasculären Gänge findet man keinen Tropfen der Injectionsflüssigkeit unter der Pia, zwischen ihr und der Hirnoberfläche selbst, im His'schen Epicerebralraum; es ist deswegen ganz gewiss, dass kein directer Zusammenhang zwischen diesem Raum — wenn überhaupt ein solcher existirt — und den Perivasculärcanälen (den Mantelröhren, His) der Blutgefässe des Subarachnoidalgewebes, wie es His angenommen hat, vorhanden ist. Die Pia bildet überall eine Abgrenzung zwischen beiden. In die Piatrichter, welche wie oben erwähnt wurde, die ins Gehirn eintretenden Blutgefässe begleiten, um dann als ihre Adventitialscheiden sich fortzusetzen, fliesst hingegen die Masse mehr oder weniger hinein. Es ist indessen bemerkenswerth, dass sie beim Menschen gewöhnlich nur in die Trichter selbst, und in den Anfang der Scheiden einfliesst, in der Regel aber nicht weit hervordringt, obwohl es auch ohne Injection leicht zu sehen ist, dass die Scheiden offene Röhre rings um die Blutgefässe bilden. Beim Kaninchen läuft die Masse gewöhnlich weiter, im Allgemeinen aber nicht besonders weit in die Adventitialscheiden hinein; am schönsten und weitesten ins Gehirn hinein ging die Injection, wenn sie bei lebenden Kaninchen ausgeführt wurde. Nie sahen wir sie hierbei nach aussen von den Scheiden in die zwischen den Adventitialscheiden und der umgebenden Hirnsubstanz angenommenen sog. His'schen Perivasculärräume heraustreten. (S. hierüber ferner unten).

Nachdem wir also im Obigen die allgemeine Anordnung des Subarachnoidalgewebes und der subarachnoidalen Räume am Rückenmark sowohl als am Gehirn sowie ihre Verbindungen unter einander geschildert haben, werden wir die übrigen Verbindungen dieser Räume und mithin die Frage berücksichtigen, auf welchen Wegen ein Zu- oder Ablauf stattfinden kann. Dabei können wir uns fast darauf beschränken, diese Verbindungen nur ganz kurz anzugeben, da wir im Folgenden auf sie sämmtlich zurückkommen. Die Subarachnoidalräume stehen mit dem vierten Ventrikel und mithin durch seine Vermittelung auch mit den übrigen Hirnventrikeln in offenem Zusammenhang (s. hierüber das nächst folgende Capitel). Ferner stehen sie, wie wir schon vorher dargethan haben, mit den Lymphgefässen der Nasenschleimhaut in Verbindung; wir können jetzt hinzufügen, dass wir bei reinen Subarachnoidalinjectionen vom Rückenmark aus nicht nur eine vollständige Füllung der erwähnten Lymphgefässe sondern auch eines mit diesen in offener Verbindung stehenden Saftcanal- oder Saftraumsystems sowie aus diesem abgehender Gänge, welche die Epithelschicht durchbohren und frei an der Nasenschleimhaut ausmünden, erhalten haben. Dass die Arachnoidea mit den Nerven der höheren Sinnesorgane sowie mit den peripherischen Nerven überhaupt Scheiden sendet, innerhalb welcher die Subarachnoidalräume sich fortsetzen, um im peripherischen Nervensystem in seröse, dasselbe in seiner ganzen Ausbreitung durchziehende Bahnen überzugehen, wurde oben mehrmals hervorgehoben. Betreffs dieser Verhältnisse werden wir hier nur die Frage etwas näher berücksichtigen, wie im Allgemeinen die Arachnoidea am Abgang der peripherischen Nerven sich verhält. Theils ist die die Nerven umgebende Arachnoidalscheide gegen die Subarachnoidalräume offener, so dass man auch mit blossen Augen oder mittelst einer Loupe deutlich sehen kann, dass sie in diese einmündet, theils aber erscheint es bei der makroskopischen Untersuchung, als ob die Mündung durch eine Membran geschlossen wäre, welche rings um den Nerven bei seiner Austrittstelle zur Innenseite der Arachnoidea sich überbiegt. Bei mikroskopischer Untersuchung dieser Membran findet man indessen, dass sie kein zusammenhängendes, vollständiges Häutchen bildet, sondern dass sie, wie die Fig. 10 der Taf. I zeigt, ein durchbrochenes Subarachnoidalhäutchen ist, welches einem Flüssigkeitsstrom zwischen den Subarachnoidalräumen der Centralorgane und denjenigen der peripherischen Nerven nur wenig Hinderniss stellen kann. Die angeführte Figur stellt einen Längschnitt der motorischen Wurzel eines Rückenmarksnerven bei seinem Austritt dar; man sieht an derselben, wie das cribrirte Häutchen (*d*, *d*) von der subarachnoidalen Hülle des Nerven sich zur Arachnoidea in der Umgebung der Austrittstelle hinaus biegt. Das Häutchen ist ein Fensterhäutchen oder nur ein Balkenhäutchen.

Endlich haben wir die Pacchionischen Granulationen oder die Arachnoidalzotten zu erwähnen, welche bei Vermittelung des Ueberganges der Cerebrospinalflüssigkeit zu dem Venensystem, und dies von den Sub-

arachnoidalräumen sowohl als von dem Subduralraum aus, eine so sehr wichtige Rolle zu spielen scheinen. Schon bei sehr gelindem Druck fanden wir die Injectionsflüssigkeit auf diesem Weg in die venösen Sinus, in welche diese Zotten einschiessen, hineinströmen. Auf diese Verhältnisse werden wir unten eingehender zurückkommen.

Ueber den offenen Zusammenhang der Hirnventrikel mit den Subarachnoidalräumen.

Historischer Rückblick.

Bei den älteren Verfassern, vor Haller, tritt nicht die Frage von einem offenen Zusammenhang zwischen den Hirnventrikeln und den äusseren, das Gehirn umgebenden Räumen hervor. Eine Verbindung derselben mit den Subarachnoidalräumen konnte natürlicherweise nicht vermuthet werden, da diese Räume noch unbekannt waren. In wieweit die Ventrikel selbst unter sich zusammenhängen, war sogar ein Gegenstand verschiedener Meinungen. Eine offene Verbindung zwischen den vorderen Ventrikeln (den Ventrikeln des Grosshirns) und dem hinteren Ventrikel (dem Ventrikel des Kleinhirns), wurde doch schon von Galenus angenommen, ebenso wie von Vesalius und Willis; der Letzterwähnte giebt die Lage des Verbindungscanals ganz genau an. Vieussens nahm doch auf seine Versuche gestützt an, dass die Ventrikularflüssigkeit nicht nach unten von dem Aquæductus Sylvii aus den Ventrikeln des grossen Gehirns hinabsteigen könnte. Die »grosse Valvel», welche noch den Namen Vieussens' trägt, stellte nach ihm ein Hinderniss für die freie Strömung zwischen dem dritten und dem vierten Ventrikel. Haller war der Meinung, dass die Flüssigkeit des vierten Ventrikels schwerlich ganz und gar in den dritten Ventrikel und das Infundibulum sich begeben möchte, »weil sie dann nach oben gegen ihre Schwere hinaufsteigen müsse». Betreffs des Zusammenhangs der Seitenventrikel unter sich sowie mit dem dritten Ventrikel, findet man, dass das sog. Foramen Monroi, schon lange Zeit vor Monro bekannt war. So wird es z. B. von Winslow unter der Benennung »Foramen commune anterius» besprochen; ebenso war es Lieutaud gut bekannt und Haller erwähnt sogar, dass auch Vieussens, Marchett und Varoli diese Verbindung angenommen hatten. Haller leugnet indessen selbst, dass der dritte Ventrikel mit den Seitenventrikeln zusammenhängt, indem seiner Meinung nach der Plexus impositus die Begrenzung des ersteren bilde. Man hat bisweilen Swedenborg die Ehre der Entdeckung des Foramen Monroi vindiciren wollen; zwar äussert er in seinem Regnum animale T. I (1744—45), dass die Ventrikel des Gehirns mit einander durch kleine Löcher communiciren, er liefert aber keine nähere Beschreibung dieser Verhältnisse; man findet mithin, dass die fraglichen Oeffnungen vor ihm viel besser angegeben waren. Sie wurden indessen zuerst durch Monro genauer beschrieben und abgebildet, dessen Namen sie dann, obwohl nicht ganz richtig, erhalten haben.

Wie bekannt, war bei den Alten die Function und der Inhalt der Ventrikel ein Gegenstand vieler Vermuthungen. Auf ihre Hypothesen über dieselben als den Sitz der Seele oder der Spiritus animales gehen wir hier nur dann ein, wenn etwaige Ansichten über wirkliche anatomische Verhältnisse damit verbunden sind. Diejenigen Verfasser, welche in den Ventrikeln das Vorhandensein einer Flüssigkeit, Schleim oder Pituita, annahmen, betrachteten dieselbe im Allgemeinen nur als ein Vehikel der Spiritus animales oder als ein Residuum, ein Excrementum, welches abgeführt oder gereinigt werden musste. Sie nahmen gewöhnlich an, dass diese Purgation etwaiger Weise durch die Nase oder den Gaumen durch Vermittelung der Glandula pituitaria oder durch Oeffnungen der Hirnhäute und des Schädels stattfände; die Membrana

pituitaria spielte also hierbei eine mehr oder weniger wesentliche Rolle. Galenus, welcher das Vorhandensein von Wasser in den Ventrikeln unter normalen Verhältnissen nicht angenommen zu haben scheint, glaubte, dass die Spiritus animales, welche in den vorderen Ventrikeln bereitet wurden, durch die Oeffnung zum hinteren Ventrikel in diesen hineinkommen könnten; die Purgation der vorderen Ventrikel von den überflüssigen und excrementiellen Theilen, meinte er, geschähe durch Oeffnungen der Hirnhäute und des Schädels. Das Vorhandensein einer wirklichen Flüssigkeit oder des Wassers in den Ventrikeln wurde doch von mehreren Anatomen beobachtet; so z. B. von Massa (Anat. Cap. XXXVIII, nach Magendie—Jodin), Vesalius, Vidus Vidius (Anatom. T. III, nach Magendie—Jodin), Varoli (Anatom., nach Magendie—Jodin), Willis, Vieussens, Pacchioni u. A. Diese Flüssigkeit betrachtete man im Allgemeinen entweder als normalmässig vorhanden oder als eine krankhafte oder auch erst nach dem Tode entstandene Vermehrung der unter normalen Verhältnissen nur in minimaler Menge abgesonderten Flüssigkeit, oder endlich als ein Excrementum. Dass die Flüssigkeit bei gewissen krankhaften Zuständen vermehrt wäre, ebenso dass sie durch eine Vermehrung derartige Zustände hervorrufen könnte, wurde ziemlich allgemein angenommen. Verduc (Usages des parties, nach Magendie—Jodin) leugnete aber vollständig das normalmässige Vorhandensein einer Flüssigkeit in den Ventrikeln, wobei er sich darauf stützte, dass man bei Hingerichteten in ihnen keinen Inhalt findet; wenn aber eine Flüssigkeit dort vorhanden ist, so wird sie immer durch eine Krankheit oder durch die Todesart verursacht; betreffs der Eigenschaft der Ventrikel, Behälter der Spiritus animales zu sein, bemerkt er, dass die neueren Verfasser hervorgehoben hätten, die Flüssigkeit diene eher die Geister zu ertränken als sie zu transportiren. Vesalius leugnet, dass der Inhalt der Ventrikel, Pituita, wie Galenus geglaubt hat, durch die Oeffnungen im knöchernen Dach der Nasen höhle geführt wird, sondern sie wird seiner Meinung nach durch das Infundibulum in die Glandula pituitaria hinabgeführt und geht von da durch zwei Paar Ausführungsgänge nach dem Gaumen und der Nasenhöhle hin. Varoli soll den Plexus chorioidei die Eigenschaft zugeschrieben haben, das in die Ventrikel ausgegossene Wasser aufzusaugen. Willis liess die Venen eine sehr wesentliche Rolle bei der Resorbtion der Flüssigkeit spielen. Nach ihm hat wohl die Glandula pituitaria dabei eine grosse Bedeutung, indem das Wasser durch das Infundibulum in diese Glandel hineinfliesst, von da aber wird sie von den Blutgefässen aufgenommen. Zweifelhafter war der andere Ausflussweg nach der Nasen- und Gaumenhöhle hin. Vieussens bekämpfte entschieden die Ansicht der Aelteren, dass die Membrana pituitaria für den Abfluss der Ventrikularflüssigkeit bestimmt wäre, und erklärte es für einen Irrthum zu glauben, dass bei einem Katarrh die Absonderung vom Gehirn stammte. Der überflüssige Theil derselben wird durch die Glandula pituitaria aufgesammelt und fällt theils in die beiden Receptacula, die an den Seiten der Sella turcica liegen, theils wird sie von den Venen in den vierten Sinus geführt. Pacchioni hielt es für nothwendig, eine Verbindung zwischen der bei gewissen krankhaften Zuständen in den Ventrikeln angesammelten Flüssigkeit und der Lymphe der Pia zu finden; er betrachtete es als wahrscheinlich, dass Lymphe in das innere Ohr hineingelangt und von dort sowie auch durch die Nasenhöhle einen Abfluss habe. Mit Haller geschah ein bedeutender Fortschritt betreffs der Auffassung der fraglichen Verhältnisse, obwohl er annimmt, dass der Ventrikelinhalt während des Lebens im Allgemeinen nicht als Flüssigkeit sondern als ein Dampf vorhanden ist, welcher mit einer mässigen Feuchtigkeit (Mador) die ganze Oberfläche benetzt. Sie wird von den Arterien exsudirt und von den Venen wieder resorbirt; weil aber die Ausdünstung mässig ist, sammelt sie sich nicht immer zu Wasser und sie fehlt zuweilen in den frischesten und unbeschädigsten Leichen. So oft aber die Venen in ihrem Dienste erschlaffen, wie in den chronischen Krankheiten der Fall zu sein pflegt, häuft sich die gesammelte Flüssigkeit zu Wasser an und spannt die Ventrikel mit einer bemerkenswerthen Masse aus, verschiedene Krankheitzustände hervorbringend. Durch das Infundibulum hat die Flüssigkeit keinen Ablauf nach aussen und die Spiritus animales werden von Haller ihrem Schicksal überliefert. »Dass nicht», äussert er, »das Dach des Ventrikels mit dem Boden verwachse, wird durch den Dampf erreicht» u. s. w. Cotugno nimmt an, dass der ganz normale Ventrikelinhalt eine Flüssigkeit von derselben Beschaffenheit ist wie die von ihm entdeckte äussere Cerebrospinalflüssigkeit, mit der sie sich auch vermischt. Wir berühren hiermit die Frage, wie eine solche Mischung zu Stande kommen könne, was eben der Gegenstand dieser Abtheilung unserer Arbeit sein soll. Schon bei Willis und Vieussens findet man Angaben über ein Austreten der Flüssigkeit der Ventrikel auf die Oberfläche des Gehirns, wodurch wechselnde Krankheitzustände mit cerebralen Symptomen hervorgerufen werden sollen. Da aber nun die angeführten Verfasser nicht das Vorhandensein der äusseren Cerebrospinalflüssigkeit kannten, lässt sich wohl annehmen, dass sie in solchen Fällen, wo eine Flüssigkeit in der Umgebung des Gehirns angetroffen wurde, angenommen haben, dass diese durch eine Berstung der Ventrikelwände entstanden war; am höchsten bemerkenswerth ist indessen die bestimmte Angabe Willis', dass es eben die feine, den unter

dem Kleinhirn liegenden Ventrikel abgrenzende Membran ist, welche bei der Ueberfüllung der Ventrikel berstet, wobei die wässrige Flüssigkeit an der Basis des verlängerten Marks herabfällt, die Wurzeln der Nerven comprimirend und convulsive Affectionen sowie starke Syncope verursachend. Er giebt an, dass er in Leichen dies oft beobachtet hat. Es ist sehr möglich und sogar wahrscheinlich, dass WILLIS, als er in solchen Fällen nachgeforscht hat, wo die von ihm vermuthete Berstung stattgefunden, dabei in der That das offene Foramen Magendii wahrgenommen hat. VIEUSSENS giebt den Sitz der Berstungen weniger bestimmt an, indem er annahm, dass sie theils an den Seitentheilen des Infundibulum, theils in der Pia am Anfang des Rückenmarks geschehen. HALLER scheint wirklich das Vorhandensein des Foramen Magendii gekannt zu haben. Er nahm, wi eben hervorgehoben wurde, an, dass die Flüssigkeit des vierten Ventrikels schwerlich in den dritten hinaufsteigen könnte, einen Ablauf aber nach aussen habe; bei Besprechung des Plexus chorioideus äussert er, dass »an dem Ort, wo er aus dem Ventrikel hervortritt, das Wasser leicht in den herumliegenden Raum des Rückenmarks sich begiebt». Dies passt ganz auf den Sitz des Foramen Magendii. HALLER nahm übrigens an, dass die Flüssigkeit der Ventrikel bis an die Lumbalregion, wo er häufig Wasser angesammelt gefunden hatte, hinabsteigen könnte. COTUGNO nahm auch offenbar das Vorhandensein einer Oeffnung an der unteren Wand des vierten Ventrikels an, durch welche eben, wie angeführt ist, die Ventrikelflüssigkeit sich mit der äusseren Cerebrospinalflüssigkeit mischen konnte. »Die lothrechte Lage des Kleinhirnventrikels», äussert er, »und der hinreichend offene Weg aus demselben zur Rückenmarkhöhle machen dieses Herabfliessen der Flüssigkeit zum Rückenmark offenbar». MONRO sprach sich aber in dieser Hinsicht gegen HALLER aus und meinte, dass der vierte Ventrikel keine solche Verbindung mit der Rückenmarkshöhle hat, wie HALLER geglaubt hatte, indem er durch seinen Plexus chorioideus und die Pia mater vollständig geschlossen ist. Wirkliche Beiträge zu dieser wichtigen Frage findet man dann nicht vor MAGENDIE. SÖMMERING sucht noch in der Ventrikularflüssigkeit, welche bei krankhaften Zuständen sehr vermehrt wird, den eigentlichen Sitz des gemeinsamen Sensoriums. Die Annahme BICHATS, dass die Ventrikel in Verbindung mit dem Subduralraum stehen und die wechselnden Ansichten darüber sind schon oben ausführlich besprochen worden.

MAGENDIE, dessen grosse Verdienste betreffs der hierzu gehörenden Fragen wir oben an verschiedenen Stellen hervorgehoben haben, wurde auch der eigentliche Entdecker eines offenen Zusammenhangs der Ventrikel mit den Subarachnoidalräumen, obwohl, wie eben von uns dargethan ist, die von MAGENDIE beschriebene Oeffnung in der unteren Wand des vierten Ventrikels an der Stelle, wo der Plexus chorioideus heraustritt, nämlich am Ende des Calamus scriptorius, schon HALLER bekannt war. MAGENDIE beschrieb ausführlich diese Oeffnung und nahm an, dass durch dieselbe ein beständiges Ein- und Ausfliessen der Cerebrospinalflüssigkeit zu und aus den Ventrikeln stattfinde; er nannte sie »die Mündung der Gehirnhöhlen» (Orifice des cavités encéphaliques). Durch directe Experimente suchte er auch ihre natürliche Existenz darzulegen.

Wenn die Lehre MAGENDIES von der Cerebrospinalflüssigkeit und dem Platz derselben nur langsam zur Geltung gelangen vermöchte, so war dies aber noch mehr der Fall betreffs seiner Schilderung von der fraglichen Oeffnung. Zwar schlossen sich ECKER und CRUVEILHIER ihm vollständig an, und LUSCHKA beschrieb ausführlich mit Abbildung diese Oeffnung in hauptsächlicher Uebereinstimmung mit MAGENDIE, zu dessen Ehre er sie »Foramen Magendii» nannte; auch STILLING stellte sich ganz auf diese Seite. Diese Verfasser vermochten aber doch nicht ihre Ansichten zur Geltung zu bringen, wenn man auch in dem einen oder anderen Handbuch Angaben über das wirkliche Vorhandensein der betreff. Oeffnung findet. C. KRAUSE nahm den vierten Ventrikel als hinten durch die Pia geschlossen an, und REICHERT behauptete auf das bestimmteste, dass die fragliche Oeffnung ganz und gar ein Kunstproduct sei, dessen Entstehung durch Zerreissung beim Herausnehmen des Gehirns in der üblichen Weise er zu erklären suchte. Als nun aber auch KÖLLIKER behauptete, dass die Oeffnung nicht natürlich sei, trug er gewiss wesentlich dazu bei, diese Auffassung zu verbreiten. In der letzten Zeit hat indessen HENLE in seinem Handbuch der system. Anatomie die fragliche Oeffnung in hauptsächlicher Uebereinstimmung mit MAGENDIE, LUSCHKA und STILLING kurz beschrieben und abgebildet; da er sich aber nicht auf Injectionen stützt, so können gegen seine Darstellung dieselben Argumente hervorgehoben werden. Dass das Foramen Magendii in der That kein durch Zerreissung und Berstung entstandenes Kunstproduct, wie REICHERT annahm, ist, legten wir dann durch Injectionen von den Subarachnoidalräumen sowohl als von den Ventrikeln aus dar, und dies eben mit erstarrenden Flüssigkeiten, welche vollständige Abgüsse der Oeffnung und der umgebenden Räume lieferten. Wir fanden aber zugleich, dass das Foramen Magendii nicht die einzige Oeffnung ist, durch welche der vierte Ventrikel mit den Subarachnoidalräumen in offener Verbindung steht, sondern dass noch zwei laterale Oeffnungen,

nämlich je eine am vorderen Ende der beiden Recessus laterales, wo die Plexus chorioidei an der Innenseite des Flocculus aus dem Ventrikel austreten, vorhanden sind. Diese Oeffnungen waren zwar schon vorher von Luschka aufgefunden und erwähnt; als aber Reichert auf das bestimmteste ihre Existenz geleugnet und sie für Kunstproducte erklärt hatte, scheint es, als ob man der Darstellung Luschkas keine Aufmerksamkeit geschenkt, sondern im Gegentheil allgemein angenommen habe, dass hier keine normale Communication sei. Es ist in der That sehr merkwürdig, dass so wichtige Verhältnisse so wenig beachtet worden sind. Vielleicht trägt Luschka selbst zum Theil die Schuld daran. Zwar hebt er in seiner Arbeit über die Adergeflechte die grosse Bedeutung der betreff. Oeffnung hervor, da man bei manchen Thieren, wie beim Pferde, das untere Ende des vierten Ventrikels völlig verschlossen findet, übrigens schildert er aber dieselben mehr im Vorbeigehen, während er aber das Foramen Magendii sehr ausführlich bespricht. In seiner Anatomie des Menschen beschreibt er dann an einer Stelle das Verhältniss in Uebereinstimmung mit seiner früheren Schilderung, an einer anderen Stelle (S. 254) spricht er aber nur über das Foramen Magendii als die Verbindung zwischen der Cerebrospinalflüssigkeit und dem Hirnhöhlenwasser vermittelnd. Dass das Foramen Magendii beim Pferde geschlossen war, hatte schon Renault gezeigt.

Wie allgemein man sonst auch in der letzten Zeit angenommen hat, dass die Hirnventrikel von den Subarachnoidalräumen vollständig abgesperrt seien, zeigen am besten die Handbücher der Pathologie und der pathologischen Anatomie. Ueberall, wo man vom Hydrocephalus internus oder von jeder anderen Veränderung des Inhaltes der Hirnventrikel liest, findet man, dass diese Veränderungen immer als durch einen krankhaften Zustand in der Umgebung der Ventrikel selbst verursacht angesehen sind. Wenn die seröse Flüssigkeit vermehrt ist, lässt man dies immer durch eine vermehrte Secretion, sei es von den eigentlichen Wänden oder von den Adergeflechten, hervorgerufen sein; die Ursache kann dann eine Hyperämie sein oder ein entzündlicher, acuter oder chronischer, Reiz, ein gehemmter Venenabfluss, besonders aus den Adergeflechten, oder endlich eine abnorme Beschaffenheit, eine Vermehrung der Zotten dieser Adergeflechte. Wenn die Flüssigkeit getrübt ist, leitet man dies immer von einer Zumischung von den Wänden aus her, sei es dass diese von abgestossenem Epithel, von Erweichung, Maceration oder Entzündung herrührt; wenn die Flüssigkeit mit Blut vermischt ist oder Blutgerinnsel in den Ventrikeln sich finden, dann meint man, dass diese nothwendig auf Blutungen in ihrer nächsten Umgebung beruhen. Immer geht man hierbei von der Voraussetzung aus, dass die mit einander zusammenhängenden Ventrikel gegen diejenigen serösen Räume vollständig verschlossen sind, welche an der Oberfläche des Hirns und Rückenmarks liegen, nämlich die Subarachnoidalräume, dass mithin keine Flüssigkeit und keine abnorme Zumischungen aus diesen in die Ventrikel hineingelangen können. Man will sogar durch chemische Analysen gefunden haben, dass eine wesentlich verschiedene Zusammensetzung der hydrocephalischen Ventrikelflüssigkeit und der Subarachnoidalflüssigkeit bei Oedema cerebri zukomme; darin hat man auch eine weitere Stütze für die Ansicht gesucht, dass diese Flüssigkeiten in keiner Verbindung mit einander stehen. Es ist leicht begreiflich, dass man bei einer solchen Auffassung von dem vollständigen Verschlossensein der Hirnventrikel ihrem serösen Inhalt unter normalen Verhältnissen keine wesentliche Rolle betreffs einer schnelleren Regulirung des Hirndrucks zuschreiben konnte, da er bei einer Vermehrung dieses Druckes aus den Ventrikeln nach die Subarachnoidalräume des Rückenmarks hin nicht ausströmen und ebensowenig bei vermindertem Druck hineinströmen konnte. Die Ventrikelflüssigkeit war und blieb mithin im Inneren des Gehirns eingesperrt. Wie unrichtig diese Auffassung ist, geht vollständig aus der folgenden Beschreibung hervor, welche hauptsächlich eine Uebersetzung unserer vorigen betreff. Abhandlung darstellt.

Beschreibung der Oeffnungen, mittelst welcher der vierte Ventrikel mit den Subarachnoidalräumen zusammenhängt.

Das verlängerte Mark liegt mit seinen konvexen hinteren und seitlichen Flächen gleichsam in die Concavitäten der Tonsillen eingesenkt. Der hier befindliche Raum zwischen den Tonsillen einerseits, dem Mark und der unteren Wand des vierten Ventrikels andererseits, entspricht dem von den Verf. so genannten Nidus (externus); oben wurde erwähnt, dass derselbe dem Gebiet der Cisterna magna angehört, sowie dass er von ziemlich zahlreichen feinen Subarachnoidalbalken durchzogen ist, welche theilweise mit einander netzförmig vereinigt sind und von einer zur anderen Fläche überlaufen. Diese Balken zerreissen leicht, wenn man das Mark erhebt und mithin vom Kleinhirn entfernt. Mit Vorsicht gelingt es indessen ohne besondere Schwierigkeit das Gehirn so auszunehmen, dass dieses Balkenwerk vollständig erhalten wird; dadurch wird eben mit Bestimmtheit bewiesen, dass keine solche Zerreissungen beim Herausnehmen stattgefunden haben, um eine Berstung der tiefer liegenden unteren Wand des vierten Ventrikels veranleiten zu können. Wenn man nun ein in dieser Weise herausgenommenes Gehirn auf seine obere Fläche legt, die Arachnoidea über die Mitte der Cisterna magna wegschneidet, so dass man einen freien Einblick unter das Mark bekommt, und wenn man dann das letztere ein wenig und so vorsichtig erhebt, dass die erwähnten Balken nicht bersten, wenigstens nur die äussersten derselben, so hat man gewiss noch keinen Eingriff gemacht, welcher die Ventrikelwand zersprengen könnte, und doch liegt hier die von Magendie beschriebene Oeffnung an der Spitze des Calamus scriptorius zur Beobachtung vor. Sie erscheint dann im Allgemeinen, wie die Fig. 12 der Taf. III darstellt. Hier wurde sie indessen der Deutlichkeit wegen mit viel stärkerer Erhebung des Markes gezeichnet, als wie sie am Präparat zu sehen nothwendig ist. Durch diese Oeffnung blickt man in den unteren Theil des vierten Ventrikels hinein. Sie ist in der Regel rundlicher oder rundlich-ovaler Gestalt oder auch rhombisch mit abgestumpften Ecken. Sie wechselt nicht eben unbedeutend an Grösse; sie ist im gespannten Zustand gewöhnlich etwa 5 Mm. breit und etwas höher, erreicht aber nicht selten eine Breite von 6 Mm. und im gespannten Zustand eine Höhe von 8 Mm., oder sie kann, wie unten beschrieben werden soll, noch mehr betragen. Den Rand der Oeffnung bildet an beiden Seiten die dünne untere Wand des vierten Ventrikels, die Tela chorioidea inferior. Vom Seitenrand läuft jederseits entweder ein feines Gebräme über die Spitze des Calamus (zum Obex) hinab, wodurch die Oeffnung ihre nach vorn abgerundete Gestalt erhält, oder auch schiesst die Tela chorioidea vom Marke zuerst in einiger Entfernung vom Obex oder von der Spitze des Calamus hinaus, und die Begrenzung der Oeffnung wird dann eine kleine Strecke von den Rändern der Fasciculi graciles (Clavæ) gebildet. Den oberen hinteren Rand der Oeffnung bildet auch die Tela chorioidea; sie verhält sich aber hier in eigenthümlicher Weise. Von ihr biegt sich nämlich ein triangulärer, spitz ausgezogener Zipfel oder, wenn man so sagen will, eine zungenförmige Verlängerung aus, welche anfangs gewöhnlich etwas concav, d. h. rinnenförmig ist, dann aber mehr und mehr platt wird, während er sich verschmälert und der unteren Fläche des Vermis inferior am Boden der Vallecula anlegt (Taf. III Fig. 12 *e*). Dieser Zipfel befestigt sich wohl hauptsächlich an der Uvula, er geht aber nicht selten mehr oder weniger weit auf der Pyramis inferior fort. Er ist grösstentheils mit der Pia des Vermis verwachsen; recht oft bilden doch seine Ränder freie Gebräme, welche durch feine, zu den Tonsillen hinüberlaufende Subarachnoidalbalken nach den Seiten hin ausgespannt sind. Bisweilen breitet sich diese Bildung mehr seitwärts aus, so dass sie sogar hautartig auf die inneren Flächen der Tonsillen hinaufsteigen kann. Auf dieser zungenförmigen Verlängerung der Tela chorioidea beginnen nun die beiden Plexus chorioidei ventriculi quarti, ein an jeder Seite, ein oder ein Paar Mm. von einander entfernt. Sie beginnen am weitesten nach aussen ganz schmal, nehmen dann allmählig an Breite zu und gehen durch das Foramen Magendii am oberen hinteren Rand desselben in den vierten Ventrikel hinein (Taf. III Fig. 12). Diese soeben geschilderte Bildung, die zungenförmige Verlängerung der Tela chorioidea mit ihren Plexus auf dem Vermis hin, will Reichert hauptsächlich, wie es scheint, auf die Verhältnisse des embryonalen Zustandes gestützt, als durch Gewalt beim Herausnehmen des Gehirns von der unteren Wand des vierten Ventrikels, welcher der äusseren

Hülle des Vermis inferior an dieser Stelle innig angewachsen sei, abgerissen betrachten. Wenn man sich bemüht, die Verhältnisse am ausgebildeten Gehirn eingehender zu prüfen, wird man leicht die Unmöglichkeit dieser Entstehungsweise ersehen; wir hoffen, dass diese Unmöglichkeit auch aus obiger Beschreibung hervorgehen soll; unter Anderem wird sie dadurch bewiesen, dass die fragliche Verlängerung gewöhnlich weit ausserhalb der Ventrikelwand ausläuft und an ihren Rändern nicht die geringste Spur einer Zerreissung zeigt, hier aber oft Balken trägt, welche sie nach den Seiten hin ausspannen. Da indessen diese Wand im Embryonalzustand geschlossen zu sein scheint, bleibt noch eine Untersuchung über das Enstehen der Oeffnung während der Entwickelung des Gehirns zu wünschen.

Wenn wir zum eigentlichen Foramen Magendii zurückkehren, so geht es aus dem vorher über den Eintritt der Plexus chorioidei Gesagten hervor, dass diese vom oberen hinteren Rande etwas in das Lumen der Oeffnung hineinschiessen und dieselbe dadurch ein wenig verengern. Die Seitenränder der Oeffnung sind übrigens gewöhnlich scharf und besonders in der Nähe des Markes eben. Bei mikroskopischer Untersuchung findet man oft am Rande eine Verstärkung der Bindegewebsbalken des Häutchens; nicht selten sieht man, wie oben erwähnt wurde, makroskopisch mehr oder weniger feine Subarachnoidalbalken von der nächsten Umgebung sowie von den Rändern der Oeffnung selbst ausgehen und sich jederseits an den Tonsillen befestigen. Diese Balken können vielleicht dazu beitragen, die Oeffnung offen zu erhalten. Oft liegen die Arteriæ cerebelli posteriores an ihren Rändern mehr oder weniger über dieselben hinausschiessend; diese Arterien sind dann durch ein Balkenwerk an den Rändern sowie im Allgemeinen an den umgebenden Theilen befestigt.

Den unmittelbaren Beweis für das normalmässige Vorhandensein des Foramen Magendii liefern die zahlreichen Injectionen, welche wir mit besonderer Rücksicht auf diese Frage, von den Subarachnoidalräumen des Rückenmarks sowohl als von den Ventrikeln selbst ausgeführt haben, und es scheint uns als ob die dadurch erhaltenen Resultate keinen Zweifel übrig lassen. Schon Magendie fand, wie in der Historik angeführt wurde, dass Wasser oder andere Flüssigkeiten, welche man in den Subarachnoidalraum des Rückenmarks injicirt, bis in die Seitenventrikel hineindringt. »Die Flüssigkeit», sagt er, »gelangt zuerst in den Ventrikel des kleinen Gehirns, erfüllt ihn vollständig, schiebt seine Wände aus einander, hebt die Valvula Vieussenii in die Höhe, geht dann durch den Aquæductus Sylvii» u. s. w. Luschka, welcher auch von den Subarachnoidalräumen her einen in der obigen Historik erwähnten Injectionsversuch machte, wandte dabei als Flüssigkeit mit Tinte gefärbtes Wasser an. Diese Flüssigkeit befand sich beim Untersuchen über den grössten Theil der Hemisphären des Gross- und Kleinhirns, und eine geringe Menge derselben war in den vierten sowie durch den deutlich geschwärzten Aquæductus Sylvii bis in den dritten Ventrikel hineingedrungen.

Man hat im Allgemeinen keine Rücksicht auf diese Versuche genommen. Offenbar darf man auch durch dieselben nicht mit voller Sicherheit den Weg nachweisen, auf welchen die Flüssigkeit eindringt und diejenigen welche glauben, dass das Foramen Magendii durch Berstung beim Herausnehmen des Gehirns entsteht, konnten ja auch meinen, dass die gefärbte Flüssigkeit erst dabei eingeflossen und später durch die nöthigen Manipulationen am Gehirn weiter gelaufen sei. Um allen Einwänden entgegenzutreten, muss man erstarrende Flüssigkeiten anwenden, welche beim Herausnehmen des Gehirns nicht herumfliessen oder Lage ändern können. Deswegen wandten wir mit löslichem Berlinerblau gefärbte Leimlösungen an, welche schwächer oder stärker gemacht wurden, je nachdem eine mehr verbreitete oder begrenzte Injection gewünscht war. Ausserdem wurde auch geschmolzenes, mit Baumöl vermischtes Paraffin gebraucht. Nach der Injection wurde die Leiche bis zum Erstarren der Masse in Kälte gehalten; erst dann wurde das Gehirn, theils in der üblichen Weise, d. h. nach Absägen des Schädeldachs, theils, wo so geschehen konnte, nach stückweisem Abbrechen des Schädels mittelst scharfer Knochenzange und mit Schonung der Dura mater, herausgenommen. Hierbei erhielten wir alle Stufen der Injection in den Ventrikeln und fanden die erstarrte Masse in continuirlichem Zusammenhang durch das Foramen Magendii von der Cisterna magna cerebello-medullaris in den vierten Ventrikel und weiter von diesem durch den Aquæductus Sylvii in den dritten Ventrikel sowie vom letzteren durch das Foramen Monroi in die Seitenventrikel hinein sich fortsetzend. Oft ist die Masse in ihrem Verlaufe an dieser oder jener Stelle erstarrt und nicht weiter vorgedrungen; bisweilen wurde nur ein mehr oder weniger langer Pfropfen von der Cisterne her in den vierten Ventrikel durch die Oeffnung hineinschiessend gefunden. Da der bei der Injection angewandte Druck sehr niedrig war, kann man gewiss diese Resultate betreffs des natürlichen Vorhandenseins der Oeffnung als ganz beweisend betrachten. Indessen wollten wir auch von den Ventrikeln her Injection der äusseren serösen Räume durch Vermittelung des Foramen Magendii erhalten, und dies gelang über Erwarten leicht. Luschka hatte schon in einem uns damals noch nicht bekannten Aufsatze (s. die obige Historik) erwähnt, dass er nach Abtragen des Grosshirns eine gefärbte Flüssigkeit durch den Aquæductus Sylvii in den vierten

Ventrikel des in situ liegenden Kleinhirns hineinfliessen lassen und dabei Füllung der äusseren Subarachnoidalräume erhalten. Wir wandten folgende Methode an: Zuerst wurde das Schädeldach vorsichtig unter Schonung der Dura abgetragen, dann wurde die Dura an der einen Seite aufgeschnitten und über die eine Hemisphäre zurückgeschlagen, an der anderen Seite und am Falx ungerührt gelassen; dann wurde die entblösste Hemisphäre ungefähr bis zur Höhe des unteren Randes des Sichels weggeschnitten, so dass eine Hirnsubstanzschicht von nur einigen Millimetern über dem Seitenventrikel übrig blieb; durch diese Schicht wurde mittelst einer Sonde eine feine Oeffnung gemacht, durch welche die Spitze einer conischen Glascanyle in den Ventrikel eingeschoben wurde, wonach die Injection unter äusserst gelindem constantem Druck in ganz derselben Weise wie bei Injectionen in die äusseren serösen Räume ausgeführt wurde. Die Füllung der Subarachnoidalräume geschieht hierbei mit fast erstaunenswerther Schnelligkeit. Wenn die Injection beginnt, sieht man sogleich die Cerebrospinalflüssigkeit aus den an der einen Hemisphäre geöffneten Subarachnoidalräumen ausströmen; nach einem Augenblick sieht man dann die Injectionsmasse in die Subarachnoidalräume hinaufsteigen, und bald quillt sie statt der Cerebrospinalflüssigkeit aus denselben durchgeschnittenen Räumen hervor. An der anderen Hemisphäre, wo die Dura nicht aufgeschnitten wurde, findet man die Masse sich in die Subarachnoidalräume der ganzen Oberfläche bis zum Sichel hinauf ausbreiten und in der gewöhnlichen Weise in die Arachnoidalzotten hineingehen. Durch diese Versuche sieht man mit Gewissheit, dass weite Bahnen den fraglichen Zusammenhang vermitteln.

Auch bei diesen Versuchen haben wir ganz reine Subarachnoidalinjectionen ohne Austreten eines Tropfens der Injectionsmasse in den Subduralraum bekommen, wodurch ein neuer Beweis dafür erhalten wird, dass die Ventrikel in keiner unmittelbaren Verbindung mit dem Subduralraum stehen.

Die Injection kann auch so geschehen, dass man am in situ liegenden Gehirn nach Eröffnung der beiden Seitenventrikel, Durchschneiden und Erheben des Corpus callosum, des Fornix und der Plexus chorioidei vom dritten Ventrikel aus die Canyle in den Aquæductus Sylvii einführt. Dies ist besonders bei schnell erstarrenden Flüssigkeiten empfehlenswerth. Durch jede von diesen Methoden erhält man nun aber im Allgemeinen dasselbe Resultat betreffs des Foramen Magendii, indem die erstarrte Masse durch dieses sich vom vierten Ventrikel aus in die Cisterna magna fortsetzend gefunden wird.

Nur ein einziges Mal fanden wir das Foramen Magendii durch eine dünne Haut geschlossen, welche als eine unmittelbare Fortsetzung der Tela chorioidea inferior vom Rande ringsum den Calamus scriptorius ausging (Taf. VI Fig. 5) und also den Ventrikel vollständig verschloss, sich längs dem Rande der bei diesem Fall sehr kurzen zungenförmigen Verlängerung befestigend. Eine derartige abnorme Verschliessung mag gewiss sehr selten vorkommen, sowie auf einem Fortbestehen des embryonalen Zustandes und nicht auf etwaiger Neubildung oder anderem pathologischen Process beruhen. Magendie hat bei seinen zahlreichen Sectionen nur zwei Mal, und dies bei älteren Individuen, einen ähnlichen Verschluss der fraglichen Oeffnung angetroffen. Er hält die verschliessende Haut für eine krankhafte Neubildung. In seinen beiden Fällen war eine abnorme Menge von Flüssigkeit in den Ventrikeln vorhanden, und beide Individuen waren während des Lebens geisteskrank gewesen. Ein anderer Fall von vollständigem Verschluss der Oeffnung wird auch von Magendie nach Martin Saint-Ange angeführt. Dieser Fall betraf ein achtjähriges Kind; schwere Cerebralsymptome waren während des Lebens vorhanden; bei der Section fand sich das Foramen Magendii von einer »ziemlich resistenten, undurchsichtigen und flockigen Membran verschlossen und die Ventrikel waren von viel Serum erfüllt». In unserem Falle war keine Andeutung davon vorhanden, dass der Verschluss durch eine entzündliche Neubildung entstanden wäre, sondern die Membran war offenbar eine unmittelbare Fortsetzung der Tela chorioidea; kein abnormer Erguss war in den Ventrikeln vorhanden. Indessen ist es nicht ganz gewiss, dass die Membran vollständig verschliessend war, sondern es ist sogar möglich, dass sie bei mikroskopischer Untersuchung, die wir, um dass seltene Präparat zu bewahren, nicht ausgeführt haben, von solchen feinen Oeffnungen durchbrochen ist, wie wir an der Tela chorioidea in der Nähe des Randes des Foramen Magendii unter ganz normalen Verhältnissen wahrgenommen haben. Bemerkenswerth ist, dass sich eben bei diesem Falle die geringste von uns gesehene Ausbreitung der Cisterna magna vorfand (Taf. VI Fig. 5).

Beim Pferde ist das Foramen Magendii, wie schon Renault erkannte und wir bestätigen können, verschlossen, und dies in den von uns untersuchten Fällen, wie an der Fig. 7 Taf. IV, dadurch, dass die untere Wand des vierten Ventrikels sich undurchbrochen am unteren Ende des Calamus scriptorius fortsetzt. Die Verhältnisse ähneln mithin, von allen Eigenthümlichkeiten abgesehen, betreffs der Bildung der umgebenden Theile den bei dem eben geschilderten

Menschengehirn vorhandenen. Bei anderen Thieren haben wir nicht volle Sicherheit betreffs des normalen Vorhandenseins des Foramen Magendii erhalten und wollen deswegen hier nicht näher darauf eingehen.

Obwohl also in äusserst seltenen Fällen das Foramen Magendii auch am vollständig ausgebildeten menschlichen Gehirn geschlossen sein kann, und dies bei gewissen Thieren wie beim Pferde (und vielleicht bei einer Menge anderer Thiere) die Regel ist, werden doch die Hirnventrikel deswegen nicht von den Subarachnoidalräumen abgesperrt. Constant finden sich nämlich zwei andere Oeffnungen, welche auch vom vierten Ventrikel aus in diese Räume münden. Dieselben befinden sich an der Vorderseite jederseits vom oberen Ende des Markes nach innen vom Flocculus, zwischen dem gewöhnlich halbmondförmigen Rande, womit die untere Wand des vierten Ventrikels hier endigt (Taf. III Fig. 13 *b*), und dem Flocculus (Fig. 13 *c*); aus dieser Oeffnung treten die seitlichen Stränge des Adergeflechts des Kleinhirns vom vierten Ventrikel hervor. Es ist eben diese Bildung, welche Bochdalek treffend das »Füllhorn» genannt hat. Ueber diese Oeffnungen oder richtiger vor ihnen laufen jederseits die Wurzeln des Glossopharyngeus und Vagus, wie an der Fig. 13 *e'* links zu sehen ist, und die Oeffnungen werden scheinbar grösstentheils durch diese Nerven gedeckt; sie werden aber durch sie keineswegs verschlossen, sondern sie münden frei unter oder richtiger hinter ihnen in den Subarachnoidalraum hinaus. Wenn man die erwähnten Nervenwurzeln gegen das Mark hin zurückschlägt, liegen sie zum Beobachten dar (Fig. 13, rechts). Um zu verstehen, wie diese Oeffnungen zu Stande kommen, müssen wir etwas eingehender die anatomischen Einzelheiten berühren, ohne uns doch in dieselben mehr als nothwendig zu vertiefen.

Wie bekannt, sendet der vierte Ventrikel jederseits eine taschenförmige Verlängerung (Recessus lateralis, Reichert) aus, welche unterhalb der queren Biegung des Funiculus restiformis (Crus cerebelli ad medullam oblongatam), bevor sich dieser in das Kleinhirn einsenkt, sich an den Seiten der Medulla oblongata nach vorn wendet, sowie vorn am Flocculus, zwischen diesem und dem Winkel des Pons und des Markes, endigt. Die untere Begrenzung des vierten Ventrikels und seiner beiden seitlichen Verlängerungen, der Recessus laterales, besteht, wie bekannt, aus einer dünnen Wand, Tela chorioidea inferior, deren Bau eben dem entspricht, was wir oben als charakteristisch für die Theile der Ventrikelwände betrachten, auf welche wir diesen Namen beschränkten. Sie ist, wie Reichert äussert, das häutig gebliebene Rest der ursprünglichen Ventrikelwand. Sie besteht also äusserst aus der Pia, welche beim unteren Rande des Ventrikels das Mark verlässt, um die oberflächliche Schicht der Tela chorioidea zu bilden, deren innere Schicht aus einer Fortsetzung des Ependyms nebst seinem Epithel besteht; an der inneren Fläche sitzt der Plexus selbst (Taf. IV Fig. 6). Diese Wand wird ausserdem auch im ausgebildeten Gehirn durch mehr oder weniger entwickelte Marklamellen gebildet, welche von dem Marke ausgehen. Die ganze Befestigung am Mark längs dem unteren Rand des vierten Ventrikels wird von dem sog. Tænia plexus chorioidei ventriculi quarti (Henle), Tænia sinus rhomboidalis, Ligula, Ponticulus, Ala pontis (Reichert) nebst ihren Marklamellen, Ponticulus (im engern Sinne, Henle) und Velum medullare inferius, welche als dünne Platten sich mehr oder weniger weit in die Tela chorioidea ausbreiten, bezeichnet; der Obex mag eigentlich auch, als ein Rest der ursprünglichen, in die ganze untere Wand des Ventrikels sich fortsetzenden Markplatte darstellend, hieher gerechnet werden. Auf die verschiedenen Ansichten über das Verhalten dieser Lamellen zur Tela chorioidea werden wir hier nicht eingehen, da dies von der vorliegenden Frage mehr entfernt liegt. Oben angeführte Figur (Taf. IV Fig. 6), welche nach einem feinen Schnitt von einem gefrorenen Gehirn ausgeführt ist, mag dies Verhältniss veranschaulichen. Man sieht dort einen Durchschnitt der Tænia, ebenso, dass von ihrem Rande — ganz in derselben Weise wie oben betreffs der Fimbria der Seitenventrikel dargestellt wurde — ein dünnes Stroma ausgeht, welches das Grundstroma des Plexus bildet und sich fortsetzt, um die innere Schicht der eigentlichen Tela chorioidea zu bilden. Wenn man eine grössere Verbreitung der Tænia oder ihrer Marklamellen vor sich hat, als bei diesem Präparat vorhanden war, wird das Verhältniss zwischen den verschiedenen Theilen natürlicherweise immer dasselbe sein; vom Rande, wo die Lamellen enden, setzt sich immer das Stroma der Tela fort; die Pia liegt an der Aussenseite der Lamellen, gewöhnlich leicht ablösbar; wo aber die Lamellen enden, ist sie inniger mit der Tela vereinigt. Zu den Marklamellen sendet sie wie gewöhnlich trichterförmige Verlängerungen mit den eintretenden Gefässen hinein.

Was die eigentliche Tænia und ihre Marklamellen übrigens betrifft, so adoptirt Henle den Namen Ponticulus (im engern Sinne) für denjenigen Theil derselben, welcher der Spitze des Calamus scriptorius am nächsten liegt. Dieser ist sehr verschieden entwickelt; er beginnt an der erwähnten Stelle schon am Rande des Foramen Magendii oder in kurzer Entfernung davon. Dort, wo er aussen endigt, oder auch erst etwas weiter nach der Seite hin, bisweilen aber in Verbindung mit dem Ponticulus, beginnt das Velum medullare inferius (Füllhorn, Bochdalek), welches als eine Verstärkung der unteren Wand in der oben geschilderten Weise bis zum vorderen Rande der Wand an

der Innenseite des Flocculus fortgeht. Die untere Wand des vierten Ventrikels mit ihren Tænien und Verstärkungslamellen von Marksubstanz entspringt also im Ganzen genommen von den Seiten des Foramen Magendii an, vom erhobenen Rande bei der unteren Grenze des Ventrikels am Marke, folgt diesem divergirenden Rande eine Strecke nach oben und aussen bis zur Nähe der quer verlaufenden Striæ acusticæ, geht dann unterhalb dieser Striæ in einer mehr queren Richtung nach aussen und vorn um die Seitentheile der Funiculi restiformes und kommt in dieser Weise in die Nähe, ja sogar dicht zu den Wurzeln des Vagus und Glossopharyngeus (Fig. 13), geht dann hinter diesen fort sowie längs dem hinteren Rande der Wurzel des Acusticus oder auf dieser Wurzel und läuft endlich oft eine weitere oder kürzere Strecke auf dem Acusticus selbst fort. Die Fig. 13, deren Ausführung wegen der Vermis durchgeschnitten und die beiden Seitenhälften des Kleinhirns nach vorn gebogen wurden, zeigt ziemlich vollständig die Befestigung der Wand in ihren vorderen und seitlichen Theilen; speciell erscheint bei *f*, wie diese Befestigung sich zu den Nervenwurzeln verhält und wie ein kleines Gebräme von ihr am Anfang des Acusticus fortgeht. Diese Wand spannt sich nun von der beschriebenen Befestigungsstelle am Mark zur unteren Fläche des Kleinhirns über, der Mitte des Nodulus anhaftend, während hingegen in den Seitentheilen, wo im Allgemeinen das Velum medullare als ein Hauptbestandtheil der Wand auftritt, dieses am Stiel des Flocculus sich befestigt. Auf solche Weise wird der Ventrikel mit seinen seitlichen Recessen unten von dieser Wand begrenzt, vorn aber kommt es nicht zum vollständigen Verschliessen der letzteren, sondern die Wand hört jederseits mit einem etwas verschiedenartig gestalteten, gewöhnlich aber halbmond- oder sensenförmigen Rand (Fig. 13 *b*, *f*) auf, welcher nach innen vom Flocculus etwas am Acusticus hinauf läuft und davon bogenförmig zum hinteren äusseren Rande des Flocculus frei übergeht. Zwischen dem Flocculus und diesem Rande entsteht also eine halbmondförmige Oeffnung, durch welche der seitliche Recess in die Subarachnoidalräume ausmündet. Diese Oeffnung wird aussen etwas durch den Plexus chorioideus verengert, welcher vom Inneren des Recesses in den aussen befindlichen Subarachnoidalraum austritt und mit seinem etwas angeschwellten Ende auf dem inneren Theil des Flocculus liegt. Der bogenförmige Rand der unteren Wand kann ziemlich dicht am Plexus auf dem Flocculus gedrückt liegen, nie aber sahen wir ihn am austretenden Plexus verwachsen und wir bezweifeln auch, dass eine solche Verwachsung vorkommt. Als wir unseren vorigen betreff. Aufsatz veröffentlichten, hatten wir noch nie eine Membran angetroffen, welche vom Rande der Wand sich über das Ende des Plexus ausspannte und in der Umgebung befestigte, also einen blasenförmigen Abschluss des Recesses bildend; später fanden wir aber ein solches Verhalten, doch nur einmal und nur an einer Seite. Es war hier eine Fortsetzung der Wand selbst, welche die erwähnte Ausbreitung besass. Wie oben erwähnt ist und an der Fig. 13 (rechts) erscheint, gehen die Glossopharyngeus und Vagus vor dem grösseren Theil oder sogar der ganzen Oeffnung, diese sowohl als den hinteren Theil des Plexus chorioideus verbergend. Von diesen Nerven und von den in der Nähe liegenden Blutgefässen geht eine Anzahl von Subarachnoidalbalken zu dem Velum medullare und den übrigen Umgebungen; diese Balken sind bald reichlicher, bald sparsamer, bilden aber keineswegs eine die Oeffnung verschliessende Wand. Um die Oeffnung verschliessen zu können, würde eine solche Wand nothwendiger Weise den Plexus vollständig umhüllen und in ununterbrochenem Zusammenhang ringsum denselben sich befestigen. Nur in den seltenen Fällen, wo die Wand selbst über den Plexus sich fortsetzt, wird dieser in dem dann nach aussen geschlossenen Seitenrecess des vierten Ventrikels eingeschlossen; sonst liegt er aber mit seinem Ende ganz frei im Subarachnoidalraum. Eine Flüssigkeit, welche vom Inneren des Ventrikels durch die Oeffnung zwischen dem Plexus und dem bogenförmigen Rande der unteren Wand ausströmt, befindet sich, sobald sie diesen Rand passirt hat, im Subarachnoidalgewebe und dessen Räumen. Oben wurde gezeigt, dass der betreffende Subarachnoidalraum eine unmittelbare Fortsetzung der Cisterna magna bildet, welche hier übrigens in die grossen Cisterne seitlich vom Pons Varolii übergeht; in diese Cisterne münden also die Seitenrecesse des vierten Ventrikels durch die beschriebenen Oeffnungen, welche wir die Aperturæ laterales ventriculi quarti zu benennen vorschlagen; in Zusammenhang mit dieser Benennung könnte man die untere Oeffnung, das Foramen Magendii, als Apertura inferior bezeichnen.

Dass die eben geschilderten Seitenöffnungen unter normalen Verhältnissen vorhanden sind, wird durch die Injectionen in entschiedener Weise bestätigt. Bei diesen, ob sie nun von den Subarachnoidalräumen oder von den Ventrikeln aus gemacht wurden, erhielten wir die erstarrte Masse vom vierten Ventrikel durch die Oeffnungen sich fortsetzend und in ununterbrochenem Zusammenhang mit der Masse in den Subarachnoidalräumen stehend. Bei Injectionen schnell erstarrender Leimmassen vom Aquæductus Sylvii her gelang es sogar, wenn die Injection bald unterbrochen wurde, die Masse durch diese Oeffnungen sowohl als durch das Foramen Magendii in Gestalt von Pfropfen austretend zu erhalten, welche nur wenig in die Umgebung ausschossen. Solche Injectionen liefern sehr

erläuternde Präparate; sie zeigen ausserdem, wie leicht eine trägflüssige, fast in Erstarrung begriffene Masse auch bei offenem Foramen Magendii durch die Seitenöffnungen von innen her austritt. Wie das Foramen Magendii, können auch diese oder jene Seitenöffnung oder sogar beide verschlossen sein. Dies wurde schon von LUSCHKA beobachtet. »Nur ausnahmsweise», sagt er, »und wie es scheint als krankhaftes Vorkommniss ist über den seitlichen Theil des Adergeflechtes und über die dem äussern Winkel entsprechende Oeffnung ein Häutchen hinweggespannt, welches jenen abkapselt und diese verschliesst». Er erkannte das Häutchen als eine dicke, gelbliche, zähe, aus Zellstoff gebildete Lamelle, welche ihm als erkrankte, faltenartige Verlängerung der die Oberfläche der Flocke überziehenden Gefässhaut erschien. Wie oben erwähnt wurde, haben wir einmal einen ähnlichen Verschluss an einer Seite gefunden; dieser hing aber nicht von etwaiger krankhaften Neubildung ab, sondern er war offenbar eine Fortsetzung der dünnen Wand selbst, welche sich über das Ende des Plexus ausbreitete und in dessen Umgebung am Flocculus sich befestigte. Dies Verhältniss schien uns deswegen ebenso zu sein wie an dem von uns gesehenen Verschluss des Foramen Magendii, nämlich dass es aller Wahrscheinlichkeit nach ein Fortbestehen des embryonalen Zustandes war, während dessen, so weit man bis jetzt schliessen kann, auch die Seitenöffnungen des vierten Ventrikels verschlossen sind. Dass diese Oeffnungen möglicherweise auch durch etwaigen pathologischen Process verschlossen werden können, wollen wir nicht mit Bestimmtheit leugnen, halten es doch für weniger wahrscheinlich. Von Interesse ist ein von VIRCHOW erwähnter Fall (Die krankhaften Geschwülste Bd I), über welchen er eine Abbildung geliefert hat. VIRCHOW führt ihn als Beispiel einer partiellen cystaähnlichen Erweiterung des vierten Ventrikels, ein Hydrocele ventriculi, an. »In der Tiefe des Sackes sieht man noch Reste des Plexus choroides quartus. Zugleich bestand eine Hypoplasie des Pons Varolii und der Kleinhirnhemisphäre auf der linken Seite». Wie aus seiner Figur hervorgeht, entspricht die cystaähnliche Erweiterung ihrer Lage nach vollkommen der oben beschriebenen Oeffnung des Recessus lateralis, und es ist möglich, dass diese Oeffnung oder die zunächst umgebende Partie des Subarachnoidalraumes durch den hyperplastischen Process auf diese oder jene Weise abgesperrt worden ist, so dass das vom Ventrikel her andringende Wasser hier keinen weiteren Ablauf finden konnte; oder, was noch wahrscheinlicher ist, hier liegt ein ursprünglicher Verschluss oben angeführter Art vor, und die blasenförmige Erweiterung ist secundär.

Beim Pferde, wo, wie oben beschrieben wurde, die Apertura inferior (Foramen Magendii) geschlossen ist, sind die beiden Seitenöffnungen um so viel mehr entwickelt. Wenn man die Arachnoidea an der betreffenden Stelle aufschneidet (Taf. IV Fig. 8), sieht man anfangs nicht diese Oeffnungen. Sie werden nämlich ganz und gar durch die frei in den Subarachnoidalraum (Cisterna magna cerebello-medullaris) ausschiessenden, sehr voluminösen Enden der Plexus chorioidei verborgen. Diese letzteren sitzen (Fig. 7, rechts) jederseits als ein sträubiger, dem Ansehen nach zusammenhängender Büschel, welcher mehr als 20 Mm. in Längenausdehnung misst. Wenn man indessen den Plexus etwas näher untersucht, findet man leicht, dass er eigentlich eine halbmondförmige Anordnung hat und grösstentheils die sehr grosse Apertura lateralis umkreist. Wenn man die Zotten des Plexus rings um die Oeffnung aus einander biegt, erhält man sogleich einen Einblick in sie hinein sowie durch dieselbe in den Seitentheil des vierten Ventrikels, wie die eben angeführte Figur zeigt. Die eigentliche Oeffnung besitzt eine Länge von ungefähr 15 Mm. und, wenn sie etwas ausgespannt wird, eine Breite von 5 bis 6 Mm. Der Plexus schiesst überall vom Rande selbst hinaus und ist an ihm befestigt, nur nicht vorn und oben, wo der Rand vollkommen glatt, eben und scharf, sowie im Allgemeinen halbmond- oder sensenförmig ausgeschweift ist. Es ist klar, dass es eben der oberste Theil der unteren Wand des vierten Ventrikels ist, welcher diesen freien Theil sowohl als die zottentragenden Theile des Oeffnungsrandes bildet. Hinten und oben scheinen die Zotten gleichsam von der Hirnoberfläche selbst hinauszuschiessen. Die beschriebene Anordnung der Seitenöffnungen und der sie umgebenden Zotten muss der Ventrikelflüssigkeit eine besonders leichte Passage von innen nach aussen gestatten, wogegen eine Strömung von aussen nach innen grössere Schwierigkeiten begegnen mag, da, wie es scheint, die Zotten dabei mehr oder weniger in der eigentlichen Mündung zusammengedrückt werden müssen. Dass die geschilderten Oeffnungen in die Cisterna magna ausmünden, sieht man an der Fig. 7, wo die Grenze dieser Cisterne am Kleinhirn deutlich hervortritt.

Die grosse Bedeutung der geschilderten Oeffnungen, welche den Ventrikel in vollem offenen Zusammenhang mit den Subarachnoidalräumen setzen, ist klar und deutlich. Alle gehören sie dem vierten Ventrikel an, welcher mithin die erwähnte Verbindung auch für die übrigen Ventrikel vermittelt; alle führen sie zu der grossen Subarachnoidalcisterne, Cisterna magna cerebello-medullaris, welche einerseits in die Subarachnoidalspatien des Rückenmarks unmittelbar sich fortsetzt, andererseits mit den übrigen grossen Cisternen an der Hirnbasis, und mittelst dieser auch mit sämmtlichen Subarachnoidalräumen der Hirnoberfläche zusammenhängt; alle drei Oeffnungen des vierten

Ventrikels finden sich je an dem Ende mehr oder weniger trichterförmiger Verlängerungen oder Ausbuchtungen der Ventrikelhöhle, wodurch ohne Zweifel das Ausströmen der Flüssigkeit aus dem Ventrikel wesentlich erleichtert wird. Durch das Foramen Magendii strömt die Flüssigkeit, wie die Injectionen zeigen, auch mit Leichtigkeit in den Ventrikel hinein, obwohl die Anordnung der Oeffnung so beschaffen ist, dass ein leichtes Ausströmen noch mehr befördert wird. Betreffs der Seitenöffnungen haben sie gewissermassen eine valvelartige Beschaffenheit, und sie scheinen vielleicht eher dazu dienen, beim Bedürfniss die Flüssigkeit von innen her ausströmen zu lassen, als sie von aussen her in den Ventrikel einzulassen. Es ist nämlich klar, dass wenn die Seitenrecesse des vierten Ventrikels erweitert werden, diese Erweiterung auch die fraglichen Oeffnungen betreffen muss; die Injectionen von den Ventrikeln her beweisen ausserdem, wie leicht die Ausströmung stattfindet. Wenn dagegen ein stärkerer Druck von aussen wirkt, so wird wahrscheinlich der halbmondförmige Rand der Wand dem Plexus inniger angedrückt und die Oeffnung mehr verengert oder sogar geschlossen. Man könnte deswegen vielleicht diese Oeffnungen beim Menschen unter gewöhnlichen Verhältnissen, bei offenem Foramen Magendii, als eine Art an den beiden Seiten des Ventrikels befindlicher Sicherheitsventile betrachten. Es ist schwer durch Injectionen diese Frage mit Bestimmtheit zu entscheiden, denn es ist klar, dass bei offenem Foramen Magendii die Masse vom Subarachnoidalraum her zuerst durch diese Oeffnung in den Ventrikel eintreten und dann aus demselben durch die Seitenöffnungen wieder austreten kann. Dass diese Masse in den letzteren Oeffnungen mit der aussen im Subarachnoidalraum sowohl als mit der im Ventrikel befindlichen Masse in ununterbrochenem Zusammenhang erstarrt, beweist deswegen nicht, dass sie hier von aussen nach innen eingetreten ist, denn sie kann in umgekehrter Richtung geflossen sein. Wenn in seltenen Fällen das Foramen Magendii beim Menschen verschlossen ist, sowie bei den Thieren, wo dies die Regel ist, fungiren wahrscheinlich die Seitenöffnungen auch als zuführende Oeffnungen.

Magendie zeigte, wie bekannt, dass die Cerebrospinalflüssigkeit unter positivem Druck steht, welcher mit der Exspiration und Inspiration steigt und fällt. Er suchte auch experimentel darzulegen, dass in Zusammenhang hiermit eine beständige Strömung, eine Ebbe und Fluth, in der Cerebrospinalflüssigkeit stattfindet; als hauptsächliche mechanische Treibkraft hierfür fand er eben die Respiration wirken. Bei jeder Exspiration werden die grossen venösen Sinus des Rückenmarkscanales gefüllt; sie dringen die Cerebrospinalflüssigkeit nach oben zum Gehirn hinauf, wo die Venensinus, in Folge ihres Baues sich nicht nennenswerth erweitern können; bei der Inspiration aber verengern sich diese venösen Sinus des Rückenmarks und dann geschieht eine Zurückströmung der Flüssigkeit das Rückenmark hinab. Hiermit stimmen auch die Untersuchungen anderer Forscher (vor allem Eckers) überein. Wir haben bei einer Anzahl lebender Hunde versucht, den Druck der Cerebrospinalflüssigkeit genau zu bestimmen, um eben das Verhalten dieses Druckes zum Blutdruck in den venösen Sinus zu erörtern (über die hierbei gewonnenen Resultate s. unten im Capitel der Arachnoidalzotten). In der erwähnten, für die Cirkulation und die Vertheilung des Druckes innerhalb des centralen Nervensystems überaus wichtigen Strömung, würde die Flüssigkeit der Gehirnhöhlen nicht Theil nehmen können, wenn kein offener Zusammenhang mit der übrigen Cerebrospinalflüssigkeit vorhanden wäre. Bei einer Vermehrung der Flüssigkeit in den Ventrikeln, könnte der gleichzeitig vermehrte Druck nicht vertheilt werden, sondern nur von innen her auf die Umgebung der Ventrikel wirken; nun findet man aber, wie unter gewöhnlichen Verhältnissen die vermehrte Flüssigkeit zu den äusseren Theilen leicht Ablauf erhält und der Druck auch über die Oberfläche gleich vertheilt werden mag. Im umgekehrten Fall, bei einer Vermehrung der äusseren Cerebrospinalflüssigkeit sowie des Druckes derselben, muss diese auch direct auf den Inhalt der Ventrikel einwirken.

Es ist schwer sich zu denken, wie die Flüssigkeit der Ventrikel resorbirt werden könne, wenn diese abgesperrt wären, denn man kennt hier keine solche Bildungen, die im Dienste einer Resorbtion wirksam sein können. Die Plexus darf man wohl, wie allgemein geschieht, als eigentlich secernirende annehmen. Eine beständige Umsetzung ist aber hier ebenso nothwendig wie sonst überall. Dadurch dass die Flüssigkeit frei ausströmen kann, wird sie immerfort mit der übrigen Cerebrospinalflüssigkeit gemischt und die Resorbtion scheint von den äusseren serösen Räumen stattzufinden, wo sie nach unseren Untersuchungen wesentlich durch die Arachnoidalzotten vermittelt zu werden scheint, obwohl auch ein Theil derselben, wie wir gezeigt haben, durch die spärlichen Lymphgefässe und die abgehenden Nerven, austreten kann. Aus allen diesen Verhältnissen geht indessen hervor, von welchem grossen physiologischen Gewicht die beschriebenen Oeffnungen des vierten Ventrikels sein müssen. Die Kenntniss derselben wird gewiss auch dazu beitragen, ein Licht auf manche pathologische Zustände zu werfen.

In erster Linie muss man sich die Frage stellen, ob nicht die Beschaffenheit dieser Oeffnungen von wesentlicher Bedeutung für manchen Fall von Hydrocephalus sein kann. Ein Verschluss derselben, sei es durch Bildungsfehler, sei es durch Druck oder pathologisch neugebildete Membranen, könnte wohl eine Vermehrung der Flüssigkeit in den Ventrikeln veranlassen. Selbst hatten wir nicht Gelegenheit, in dieser Richtung Untersuchungen anzustellen, nachdem wir diese Oeffnungen näher berücksichtigten. Magendie, welcher mehrere hydrocephalische Gehirne mit Rücksicht hierauf untersucht hat, meint in einem Theil der Fälle die von ihm beschriebene Oeffnung drei- bis viermal grösser als normal gefunden zu haben, während hingegen in anderen Fällen sie durch eine Membran geschlossen war. Er führt, wie oben erwähnt, zwei solche, von ihm selbst beobachtete Fälle sowie einen nach Martin Saint-Ange an. Er lässt es aber unentschieden, ob der Verschluss in diesen letzteren Fällen die vermehrte Flüssigkeitsansammlung verursacht habe oder nicht. Nach dem oben Dargestellten müssen indessen alle drei Oeffnungen geschlossen sein, ehe der Ablauf abgesperrt sein kann; da Magendie die Seitenöffnungen nicht kannte und ihre Beschaffenheit in den angeführten Fällen also nicht untersucht worden ist, so beweisen dieselben in dieser Beziehung nichts. Dass nicht ein membranöser Verschluss des Foramen Magendii oder der einen Seitenöffnung allein Hydrocephalus hervorruft, beweisen die beiden oben mitgetheilten Fälle eines derartigen Verschlusses. Die Seitenöffnungen waren im ersteren Fall normalmässig beschaffen und schienen nicht bemerkenswerth vergrössert zu sein. Selten mögen wohl alle drei Oeffnungen durch membranöse Bildungen verschlossen sein. Aber der Ablauf kann durch andere mechanische Ursachen, vor Allem durch Geschwülste, die den vierten Ventrikel oberhalb des Abgangs der Seitenrecesse oder auch den Aquæductus Sylvii zusammendrücken, abgesperrt sein. Magendie führt, wie erwähnt, einige Fälle an, wo eine solche Absperrung beim Hydrocephalus vorhanden war, die er auch als dadurch veranlasst annimmt. Hier kommt aber gewöhnlich noch ein Moment hinzu, nämlich, dass ähnliche vom Kleinhirn, Mark oder Pons u. s. w. ausgehende Geschwülste gern auch einen Druck auf die Venen ausüben und dass durch diesen gehemmten venösen Abfluss die Flüssigkeitsabsonderung vermehrt sein kann. Wenn diese beiden Umstände zusammen wirken, kann eine Ausspannung der Ventrikel um so viel eher erfolgen.

Man könnte nicht ohne Ursache in Frage stellen, ob nicht allzu grosse Oeffnungen eine allgemeine Erweiterung der Ventrikel dadurch beförderten, dass die Flüssigkeit von aussen her in gar zu grosser Menge einströmte. Die Beobachtungen Magendies über die grosse Weite der unteren Oeffnung in einigen Fällen von Hydrocephalus könnten zwar eine solche Vermuthung stützen; in der That beweisen sie aber nichts, indem die Erweiterung secundär sein kann, oder auch kann die bedeutende Grösse von einem vorhandenen Hydrocephalus ganz unabhängig sein. In den Fällen, wo wir ein ungewöhnlich grosses Foramen Magendii angetroffen haben, fand keine allgemeine Ventrikelerweiterung statt. Die grösste Oeffnung, die wir gesehen haben, kam bei einer Epileptischen vor, wo übrigens keine andere Veränderung des Gehirns als eine ziemlich starke Hyperämie vorhanden war. Die untere Wand des vierten Ventrikels wurde in der Mitte bis zur Nähe der Striæ acusticæ vermisst, von wo ab sie nach den Seiten hin in normaler Weise, obwohl mit sehr schwacher Entwickelung des Velum medullare, sich fortsetzte. Der vierte Ventrikel war in diesem Fall nicht unbedeutend erweitert und die Valvula Vieussenii nach oben und hinten gebuchtet; die übrigen Ventrikel waren aber nicht grösser als gewöhnlich. Wir wollen aber nicht die bei dieser Person sehr schweren epileptischen Anfälle mit der abnormen Grösse der Oeffnung und der Erweiterung des Ventrikels in Zusammenhang setzen; der Fall mahnt indessen zur fortgesetzten Aufmerksamkeit in dieser Richtung. Indessen mag hier bemerkt werden, dass wir in einigen anderen Fällen das Foramen Magendii beinahe ebenso gross gefunden haben, ohne dass etwaige krankhafte Cerebralsymptome während des Lebens und keine Erweiterung des vierten Ventrikels vorhanden waren.

Wenn wir also gegenwärtig nicht sagen können, dass eine abnorme Beschaffenheit der Oeffnungen des vierten Ventrikels in etwaigem Falle mit Bestimmtheit als Ursache eines allgemeinen Hydrocephalus dargethan ist, so ist der Grund möglicherweise derjenige, dass so äusserst wenige Untersuchungen in dieser Hinsicht gemacht werden konnten, ja sogar keine, wo alle Oeffnungen berücksichtigt sind. Die Zukunft wird deswegen allein Erläuterungen in dieser Hinsicht geben können. Dagegen ist es ganz klar und zugleich von grosser Wichtigkeit, dass die Flüssigkeit in den Ventrikeln in mehr oder weniger bedeutendem Grade vermehrt und die Ventrikel gleichzeitig ausgespannt sein können, ohne dass die geringste Vermehrung der Absonderung in den Ventrikeln selbst stattgefunden hat. Die Vermehrung der Flüssigkeit kann nämlich vollständig von einem mehr oder weniger bedeutenden Zufluss von aussen her abhängen.

Ferner ist es leicht begreiflich, dass die Beschaffenheit der Flüssigkeit in den Ventrikeln keinen unmittelbaren Schluss betreffs des Zustandes der Ventrikelwände zulässt. Eine Trübung oder ein puriformer Zusatz kann ganz und gar auf einer Zumischung der von aussen her einströmenden Flüssigkeit beruhen, z. B. bei einer Basilarmeningitis, wo also die Flüssigkeit in den Ventrikeln vermehrt sowohl als trüb oder von puriformem Aussehen sein kann, ohne dass die Ventrikelwände an dem entzündlichen Zustand Antheil genommen haben; hiermit sei aber nicht gesagt, dass nicht die Entzündung selbst sich oft nach innen fortsetzt, was besonders oft im Velum interpositum geschieht, in dessen Subarachnoidalräume doch, wie aus den Injectionen hervorgeht, die Flüssigkeit auch von aussen her hineingelangen kann; bisweilen füllt sich ja bei solchen Injectionen nur das Velum, und die Masse dringt nicht in die Ventrikel hinein. Die Oeffnungen, welche wir in derartigen Fällen normalmässig ausgebildet fanden, sind dabei aller Wahrscheinlichkeit nach von der von aussen her eindringenden Masse valvelartig geschlossen worden; dies scheint auch anzudeuten, dass, wie oben hervorgehoben wurde, eine Strömung nach aussen leichter als nach innen stattfindet.

Ferner ist es klar, dass eine blutige Zumischung, ja sogar wirkliche Blutgerinnsel in den Ventrikeln vorkommen können, ohne dass die geringste Blutung in ihnen selbst stattgefunden hat. Das Blut kann von sehr weiter Entfernung dorthin gelangt sein. Andererseits ist es auch klar, dass man allerwärts in den äusseren Subarachnoidalräumen unter der Arachnoidea krankhafte Zumischungen antreffen kann, welche aus den Ventrikeln herstammen; so z. B. Blut bei Blutungen in diese letzteren hinein u. s. w. Schon Magendie führt solche Fälle an. Dass die Erkenntniss dieser Verhältnisse auch in gerichtlich-medizinischer Hinsicht von grösster Bedeutung sein kann, ist deutlich und klar; es wäre leicht durch Beispiele diese Thatsache darzulegen; wir verweisen in dieser Rücksicht auf einen betreffenden in unserem vorigen Aufsatz über den Zusammenhang der Hirnventrikel mit den Subarachnoidalräumen angeführten Fall.

Der feinere Bau der Häute des Gehirns und Rückenmarks.

1. Allgemeine Histologie der weichen Haut.

Historischer Rückblick.

Obwohl das Gewebe der Häute des Gehirns und Rückenmarks oft und in mehrfacher Hinsicht als Objekt für Untersuchungen über den Bau des Bindegewebes gedient hat, blieb indessen die Kenntniss von seiner für die Lösung der sog. Bindegewebsfrage so wichtigen feineren Zusammensetzung sehr beschränkt und mangelhaft. Zwar beschrieb schon längst Henle diese Gebilde als aus den letzten Elementen des Bindegewebes, den feinen Fibrillen, zusammengesetzt, welche meistens zu Bündeln vereinigt sind; er sah diese Bündel, bald parallel neben einander liegend, bald in den verschiedensten Richtungen einander kreuzend, zu stärkeren Bündeln oder zu Membranen zusammentreten; die meisten primären Bündel sind nach ihm ohne besondere Hülle, an vielen Stellen werden sie aber von umspinnenden Fasern umwickelt; sonst sah er (in der Arachnoidea, unter dem Epithelium der Oberfläche) zwischen den Maschen der Bündel eine feingranulirte, membranartig ausgebreitete Substanz. Hier erwähnt auch Kölliker spindelförmige Kerne, Kernfasern und eine mehr homogene Bindesubstanz zwischen den netzförmigen Bündeln und

hie und da als Hülle der Bündel selbst. Luschka sah ein Epithelium an den gegen einander gewandten Flächen der Subarachnoidalräume, welches aus einer höchst feinen Molecularmasse mit eingestreuten Kernen besteht. Dies Epithelium wurde dann von Reichert beim Menschen geleugnet. Im Scheidenraum des Sehnerven fand Leber die Balken von homogenen kernführenden Scheiden umgeben, und er vermuthet, dass diese aus verschmolzenen Zellen bestehen; dann beschrieb Schwalbe diese Endothelscheiden der Sehnervenbalken näher und fügte hinzu, dass er von den Bindegewebsbündeln der Subarachnoidalräume ebenfalls Endothelhäutchen abgehoben hatte. Von uns wurden die die Arachnoidalzotten bildenden Balken und Balkennetze als von Zellenscheiden umgeben geschildert. Eine Epithelscheide an den Balken und Flächen der Subarachnoidalräume wurde dann auch von Henle erwähnt, und sie fehlt nach ihm nur den feineren Bälkchen, an welchen sie durch Spiralfasern ersetzt wird. Boll hat vor einigen Jahren eben die weiche Haut der Centralorgane zum Untersuchungsobject bei seinen Studien über der feineren Bau des Bindegewebes gewählt; deswegen müssen wir seine Ansichten hier etwas ausführlicher recapituliren. Er konnte nach Carminfärbung an fast allen gröberen Bindegewebsbündeln der Subarachnoidalräume des Gehirns und Rückenmarks die Existenz einer von der centralen Masse des Bündels gesonderten Scheide demonstriren, die meistens dem Bündel unmittelbar anliegt, an vielen Stellen jedoch sich abhebt. Diese Scheide ist nur an wenigen Stellen structurlos; sie zeigt nämlich fast allenthalben Streifen und Fasersysteme, die meist quer auf dem Bündel stehen, an einigen Stellen energisch ausgesprochen, an anderen aber äusserst zart sind. Nicht selten entdeckt man an den Scheiden Kerne, welche die Knotenpuncte bilden, von denen aus die beschriebenen Fasersysteme strahlenförmig nach verschiedenen Richtungen divergiren. Die Scheide ist aus kernhaltigen, sternförmigen Zellen zusammengesetzt. Die sich mit einander verbindenden Fortsätze derselben stellen verdickte Streifen und Rippen in einer continuirlichen Membran dar. Eine scharfe Grenze zwischen diesen Rippen und der Grundsubstanz ist nicht zu ziehen: beide bilden eine wirkliche histologische Einheit. Die Scheide ist also ein Gewebe von ungleicher Stärke und Resistenzfähigkeit, und so erklären sich auf das Einfachste die durch Essigsäurebehandlung entstehenden Einschnürungen (s. u.). Bilder sind nach Boll nicht selten, die für ein wenigstens theilweises Durchbrochensein und Fehlen der Scheide zu sprechen scheinen. Ferner kommen, wenn auch recht selten, Bilder vor, an welchen die Zellen der Scheide Fortsätze auch in das Innere des Bündels hinein schicken scheinen. Auch finden sich Bilder, wo eine ziemlich regelmässige, mehr oder minder vollständige Lage von abgeplatteten Zellen die Bündel unvollständig bekleidet, sowie Uebergänge, die dieses Structurverhältniss mit dem oben geschilderten verknüpfen. Es ist, sagt er, im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die aus diesen abgeplatteten Zellen zusammengesetzte Hülle nicht immer eine vollständige ist. Parallel mit der Form schwankt auch der Protoplasmagehalt der Zellen. Während die rundlichen Zellformen ein deutliches körniges Protoplasma zeigen, ist dasselbe bei den mehr abgeplatteten Formen fast völlig verschwunden und an die Stelle desselben eine klare elastische Platte getreten. Bald danach veröffentlichten wir ein Bericht von unseren mehrjährigen Arbeiten über diesen Gegenstand. Da indessen hier unten eine ausführliche von vielen Figuren veranschaulichte Darstellung unserer Befunde geliefert wird, können wir in diesem Resumé des Geschichtlichen kurz sein. Hier wollen wir nur das hervorheben, dass nach unserer Meinung die freien Bündel immer von einer vollständigen Scheide umgeben sind, dass diese Scheide aus verschmolzenen dünnen Häutchenzellen besteht, deren Grenzen doch zuweilen noch durch Silberlösung demonstrirt werden können, dass diese Zellen immer einen Kern führen, welche von einer kleinen Körnchenzone, Protoplasma, umgeben ist, dass die so gebildeten Scheiden gewöhnlich mehr oder weniger vom Bündel abstehen und an der Vereinigung mehrerer Bündel von dem einen zum anderen continuirlich übergehen und endlich dass sie, wenn die Bündel Netze bilden, die Lücken häutchenförmig entweder vollständig oder mehr oder weniger ausfüllen und in dieser Weise wirkliche bindegewebige, mehr oder weniger zusammenhängende Membranen bilden, wobei die letzteren also an beiden Seiten mit Zellenhäutchen bekleidet sind, die in den Lücken zwischen den Bündeln mit einander zu einem einzigen dünnen Häutchen verschmelzen. In einem späteren Aufsatz haben wir die umspinnenden Fasern und die bei Essigsäurebehandlung entstehenden Einschnürungen beschrieben und dabei gezeigt, dass diese keineswegs einfache Verdickungen der eben geschilderten Zellenscheide sind, sondern von dieser vollständig gesonderte, innerhalb ihr liegende, die Bündel umspinnende elastische Fasern sind; ausserdem haben wir eine andere, vielleicht von Kölliker und Henle gesehene, Art Scheide, nämlich eine zusammenhängende »Fibrillenscheide» der Balken beschrieben, welche, wenn vorhanden, auch innerhalb der Zellenscheide sich befindet.

Histologische Beschreibung.

Da wir theils wegen des fraglichen Gegenstandes selbst, theils und vielleicht noch mehr im Interesse der Bindegewebsfrage dem Gewebe der Häute des Rückenmarks und Gehirns ein eingehenderes Studium gewidmet haben, mag hier, bevor wir zur Darstellung des in dieser Richtung Gefundenen übergehen, eine kurze Skizze der von uns angewandten Untersuchungsmethoden Platz finden. Dass die Kenntniss vom feineren Bau dieser interessanten Bildungen bisher nicht weiter vorgeschritten war, hat wohl eben, wie wir unten zeigen werden, zum grossen Theil in den gebrauchten Methoden seine Ursache.

Von Wichtigkeit ist vor Allem, frisches Material zur Untersuchung zu nehmen. Die zarteren Gewebstheile werden nämlich ziemlich bald nach dem Tode zerstört und fast unkenntlich gemacht. In Wasser untersucht, sieht man sie anfangs recht gut; bald geht aber ein solches Bild verloren. Besser gelingt es, wenn man das Gewebe mit Jodserum oder andere, mehr indifferente, Flüssigkeiten behandelt. Weil die zarteren Theile schon bei gelinder Zerrung und sonstiger Berührung sehr leicht zerspringen, ist es aber viel vortheilhafter das ganze Gewebe zu erhärten als es in frischem Zustande zu untersuchen. Weingeist passt nicht gut dazu. Chromsaures Kali ist aber von guter Wirkung, indem es die Gewebsbestandtheile hier wie anderswo in mehr unveränderter Form erhält; wir haben es am meisten als Müller'sche Lösung angewandt. Nach etwa achttägiger Behandlung mit dieser Lösung kann man indessen mit grossem Vortheil das Gewebe in Weingeist erhärten; dann ist es zur Untersuchung fertig. Immer muss man sich aber vor Zerrung und Spannung achten. Die beste Erhärtungsmethode ist aber die mit der Ueberosmiumsäure. Dadurch werden auch die zarteren Theile in ihrer eigentlichen Gestalt bewahrt, und die leicht grünlich graue bis schwärzliche Färbung erleichtert das nähere Erkennen ihrer Beschaffenheit, indem sie dadurch schärfer hervortreten; man kann die Säure in halb- sowohl als in viertel- oder zehntelprocentiger Verdünnung anwenden; man braucht aber hier wie überall einer hinreichenden Menge der Säurelösung. Mit besonders gutem Erfolg haben wir die Ueberosmiumsäure auf das Gewebe in seiner natürlichen Lage durch Auftröpfelung angebracht. Dadurch werden die sonst beim Herausnehmen meistens zusammenschnellenden elastischen Gewebstheile in schöner ausgespannter Gestalt erhärtet und bewahrt. Die übrige Technik betreffs der Ueberosmiumsäure enthält sonst aber nur Bekanntes, so dass wir sie hier übergehen können. Man untersucht die Präparate in Wasser. Zur Färbung wandten wir am meisten das Rosanilin an, welche Färbung wie bekannt nur den Nachtheil hat, nicht aufbewahrt werden zu können; nach wiederholter Färbung der inzwischen in Glycerin liegenden aber jedesmal vor der erneuten Färbung ausgewaschenen Präparate wird dieselbe schöner und schärfer. Wenn man die mit Anilin gefärbten Präparate in essigsaurem Kali bewahrt, geht die rothe Farbe aus dem Protoplasma und den Kernen mehr an das fibrilläre Gewebe über. Mit Chlorgold erhält man in gewissen Beziehungen (Protoplasma, elastische Fasern u. s. w.) anwendbare Präparate; man muss sich aber vor den durch die eintretende Schwellung entstehenden Trugbildern in Acht nehmen. Durch Essigsäure erhält man hier, wie sonst am Bindegewebe, diese Schwellung des fibrillären Gewebes, nur aber in viel ausgedehnterer Weise; für die Untersuchung der feineren elastischen Fasern bietet sie gute Vortheile. Man darf sich aber keineswegs auf solche Bilder beschränken, wie bisher zu oft geschehen ist, weil sie gar nicht die natürliche Beschaffenheit des Gewebes wiedergeben. Dasselbe gilt auch betreffs der Carminfärbung mit Esssigsäurebehandlung u. d.; den früher gegebenen Abbildungen der Subarachnoidalbalken, wie den Bindegewebsfiguren im Allgemeinen, haben sie oft ihren Stempel aufgedrückt. Es ist sogar in mancher Hinsicht diese übermässige Anwendung von Säuren (bes. Essigsäure), welche die nähere Kenntniss des Bindegewebes des Nervensystems sowie des Bindegewebes im Allgemeinen verhindert hat. Eben um die dadurch entstehenden Trugbilder zu vermeiden, haben wir, wie erwähnt, das Anilin in ausgedehnter Weise angewandt; die Essigsäure selbst aber sowie die Carminfärbung gebrauchten wir nur mit Vorsicht und zur Controlle sowie zu gewissen speciellen Zwecken. Mit Silbersalpeter kann man in gewöhnlicher Weise die Zellengrenzen am Endothel der serösen Räume des centralen Nervensystems darlegen; es gelingt aber doch nicht immer; wenn es gelingt, werden die Bilder gewöhnlich schön und ganz deutlich; durch Injection von Silberlösung in die serösen Räume haben wir die Färbung der Endothelgrenzen in grosser Ausdehnung erhalten.

Was sonst das Material betrifft, so haben wir unsere Untersuchungen vorzugsweise am Menschen, übrigens aber auch an Thieren (Hund, Kaninchen, Schaaf, Pferd u. s. w.) ausgeführt. Die folgende Darstellung ist mit Rücksicht auf die Verhältnisse beim Menschen gemacht; nur wenn es besonders angegeben wird, betrifft sie diejenigen an Thieren.

Wie schon oben hervorgehoben wurde, rechnen wir, wie einige andere Verfasser, zur weichen Haut des Hirns und Rückenmarks die ganze Bindegewebslage innerhalb der Dura zwischen ihr und der Gehirn- oder Rückenmarksoberfläche und theilen diese Haut in eine äussere und eine innere Verdichtungslage oder Grenzschicht, die Arachnoidea und die Pia, und in das zwischenliegende Gewebe, das Subarachnoidalgewebe, Tela subarachnoidalis. Diese verschiedenen Theile sind hauptsächlich aus gleichartigen Gewebselementen zusammengesetzt; nur sind diese Elemente in verschiedener Zahl und Anordnung vorhanden; in einigen Beziehungen finden sich aber auch verschiedene Bestandtheile in ihnen. Bei der histologischen Beschreibung mag man am besten mit dem Subarachnoidalgewebe beginnen, weil in ihm die Elemente am reinsten und einfachsten vorkommen.

In dieser Beziehung, um eben von dem Einfachsten auszugehen, sind die in den Subarachnoidalräumen frei hinüberspringenden Balken besonders empfehlenswerth. Diese Balken, die schon oben bei der makroskopischen Beschreibung öfters erwähnt wurden, kommen in verschiedener Menge und Anordnung an verschiedenen Orten vor. Am schönsten und längsten trifft man sie in den grösseren Cisternen der Basis des Gehirns, z. B. in der C. magna cerebello-medullaris, ferner auch am Rückenmark, z. B. im oberen Halstheil, an der Cauda equina u. s. w. Wenn man sie nach sehr sorgfältiger Präparation ganz frisch, ohne Erhärtung, in Wasser oder noch besser in mehr indifferenten Flüssigkeiten untersucht, sieht man, dass sie aus einem centralen, meist glänzenden und oft wellig oder spiralig verlaufenden Strang bestehen, in dem man eine mehr oder weniger undeutliche Längsfibrillirung wahrnimmt und welcher sehr oft auch aus mehreren solchen Strängen zusammengesetzt sein kann, sowie ferner aus einer denselben auswendig und mehr oder weniger lose umgebenden, vollständigen, hellen, durchscheinenden, ganz dünnen Scheide, an welcher man in gewissen Abständen helle, ovale, etwas abgeplattete, von einer kleinen Zone von Protoplasma mit feinen glänzenden Körnchen umgebenen Kerne bemerkt. Diese Scheide ist sehr brüchig. Schon bei geringer Zerrung berstet sie, und man findet dann ihre Reste als mehr oder weniger gefaltete Fetzen und dünne Häutchenpartien frei flottirend, dem centralen Strang anhaftend. Die Balken sind von sehr verschiedener Dicke. Die dickeren bestehen gewöhnlich aus einem Bündel parallel oder mehr oder weniger verflochtener Stränge. Hie und da sieht man bei stärkeren Vergrösserungen an der Scheide der Balken, besonders der dickeren, eine sehr feine unregelmässige Querstreifung, wie von einem umspinnenden Netz feiner, quer oder etwas schief gehender Fäserchen (s. u.). Frisch untersucht lassen sie doch schwerlich ihren eigentlichen Bau erkennen. Dies gelingt viel besser nach Erhärtung in Ueberosmiumsäure. Schon nach kurzer Einwirkung derselben nehmen die Balken eine grünlich graue bis etwas schwärzliche Farbe an, und sie lassen sich jetzt in Wasser oder Glycerin ganz ohne Quellungserscheinungen untersuchen (Taf. X Fig. 1—4). In allen Balken sieht man den centralen Strang, der einfach oder zusammengesetzt sein kann. Wenn er, wie gewöhnlich in den feineren Balken, einfach ist, läuft er gerade oder geschlängelt, zuweilen sogar spiralig, ist gewöhnlich cylindrisch, zuweilen etwas abgeplattet, hat ziemlich parallele Contouren, oft ein glänzendes Ansehen und zeigt mehr oder weniger deutlich die feine Längsstreifung als Ausdruck seiner Zusammensetzung aus einer Menge feinster Fibrillen. Bei Zerreissung des Balkens sieht man oft diese ausserordentlich zarten Fibrillen sich von einander lösen und wie ein Pinsel oder Büschel ausstrahlen oder in verschiedenen Richtungen divergiren. Nie sieht man deutliche Spuren einer Kittsubstanz, die die einzelnen Fibrillen an einander binden konnte. Dagegen finden sich die unten näher zu berücksichtigenden umspinnenden Fasern als zusammenhaltende Elemente um die meisten Bündel. Wenn der centrale Strang der Balken aus zwei oder mehreren zusammengesetzt ist, besteht jeder einzelne aus einem solchen Fibrillenbündel. Sie laufen dann entweder mehr parallel neben einander oder schlängeln sich in verschiedener Weise, die einen um die anderen.

Immer sind nun die Balken, sei es, dass ihr centrale Strang aus einem oder aus mehreren Fibrillenbündeln gebildet ist, von einer vollständigen Scheide umgeben. Diese Scheide, die bald enger, bald loser das Bündel umgiebt und also ihm bald nahe anliegt bald mehr von ihm absteht, ist ausserordentlich zart, durchsichtig, ist indessen deutlich doppelcontourirt, mit meist parallelen Flächen, ist im Allgemeinen eben, faltet sich aber ohne Schwierigkeit in etwas steife Falten. Sie selbst hat keine eigentliche Structur. In ihr liegen aber in bestimmten Entfernungen die oben erwähnten ovalen, etwas abgeplatteten, hellen, scharfcontourirten Kerne. Diese sind viel dicker als die Scheide und ragen deswegen über ihre Oberfläche, besonders nach aussen hervor. Um die Kerne, besonders aber an ihren

beiden Polen liegt ein Haufen von Körnchen, welche theils feiner, mehr protoplasmatisch sind, theils aber grössere glänzendere Kugeln ausmachen. Diese Körnchen kommen fast an jedem Kerne vor, sind aber zuweilen nur sehr sparsam vorhanden, zuweilen aber auch sehr zahlreich, die Enden der Kerne fast verdeckend. Diese Körnchenzone, welche bei jüngeren Individuen im Allgemeinen reichlicher erscheint und als mehr oder weniger veränderter Ueberrest des ursprünglichen Protoplasma zu betrachten ist, streckt sich in verschiedener Entfernung vom Kern auf die Oberfläche der Scheide, sich allmählig verdünnend und verschmälernd, hinaus, bald hat sie eine bestimmtere Begrenzung, bald erstreckt sie sich in verschiedener, zuweilen phantastischer Form, als Seesternarme u. s. w. nach verschiedenen Richtungen, am gewöhnlichsten aber bipolar vom Kern hinaus. Durch Rosanilin färben sich die Körner, besonders die feineren mehr protoplasmatischen, viel mehr als die übrige Scheide, roth. Zuweilen sind keine solche Körnchen mehr vorhanden, sondern nur die grösseren glänzenden Kügelchen. Diese färben sich weniger lebhaft durch das Rosanilin; durch Ueberosmiumsäure werden sie wohl etwas dunkler aber doch nicht schwarz wie Fettkörnchen; ihr Glanz ist auch nicht ganz so stark wie bei diesen. Hier und da sieht man auch in den Zwischenräumen zwischen den Kernen und von diesen mehr entfernt isolirte derartige glänzende Kügelchen, zuweilen sogar haufenweise zusammenliegend.

Die in dieser Weise mit Kernen und Körnchen versehene Scheide liegt, wie oben erwähnt, dem Fibrillenbündel entweder dichter an, oder sie steht von ihm ab, so dass er wie frei, durch einen Zwischenraum von der Scheide getrennt, in ihr verläuft, sich bald hier, bald dort ihr mehr nähernd. Zuweilen sieht man das centrale Bündel spiralig in die weite, gerade ausgespannte Scheide hinziehen. Bald liegt die Scheide demselben Bündel eine Strecke hindurch dichter an, um dann eine folgende Strecke weiter abzustehen. Bald schmiegt sie sich dem Bündel so dicht an, dass man ihre Existenz fast nur an den Kernen erkennt. Wenn mehrere Fibrillenbündel in den einzelnen Balken vorhanden sind, verhält sich die sie umgebende Scheide in ganz derselben Weise, als wenn nur ein Bündel sich darin findet. Die ganze Scheide ist, wie schon oben bemerkt wurde, immer sehr brüchig. Nur bei sehr vorsichtiger Präparation erhält man sie vollständig. Sie wird sehr leicht durch den geringsten Zug vom Bündel abgestreift, weil sie dasselbe nur lose umgiebt und nicht daran befestigt ist. Man erhält dann entweder das Fibrillenbündel ganz nackt oder auch, und dies ist auch sehr gewöhnlich, sieht man mehr oder weniger deutliche, gefaltete, kernhaltige Fetzen an dem Bündel haften, frei in seiner Umgebung flottirend. Wenn nur die Kerne mit einer kleinen, sie umgebenden Partie der Scheide zurückgeblieben sind, kann man sie leicht verkennen; sie bilden körnige Klümpfchen, die den Balken anhaften, oder im Präparat umherschwimmen; man kann sie für Verunreinigungen oder, wenn der Kern deutlicher ist, für weisse Blutkörperchen, Körnchenzellen u. d. halten (Taf. X Fig. 8). Woraus besteht nun diese Scheide. Die Kerne weisen auf Zellen hin, man sieht aber gar keine Zellengrenzen, nur den kleinen Anflug von Körnchen um dieselben. Indessen giebt es eine Methode, die Zellengrenzen wirklich darzulegen. Durch Silberfärbung erhält man nämlich nicht selten ein schönes Netz von mehr geraden oder mehr buchtigen, nicht selten etwas gezackten Linien, die polygonale, gewöhnlich etwas in die Länge gezogene, rhombische Felder einschliessen, und man erkennt innerhalb dieser oft die Kerne. Die ganze Scheide besteht also unzweideutig aus mit einander fast verschmolzenen Zellenplättchen, Endothelzellen oder, wie wir sie genannt haben, »Häutchenzellen», oder Plattenzellen, deren Kerne noch vorhanden sind, deren Protoplasma aber nur einen kleinen Rückstand in der beschriebenen Körnchenzone übrig gelassen hat. Immer sahen wir in diesen Balkenscheiden nur eine einzige Schicht von Endothelzellen. Die Zellenterritorien können von etwas verschiedener Grösse sein und die Kerne dadurch etwas mehr oder weniger entfernt von einander liegen. Je feiner die Balken sind, desto schmäler ist im Allgemeinen auch die Scheide und desto weniger Endothelzellen gehen in ihre Bildung ein; zuweilen sieht man solche nur zu zweien die Balken umfassen; zuweilen bildet streckenweise nur eine einzige Zelle die Scheide um das Bündel; diese letztere Thatsache ist von hohem Interesse, weil es Licht auf das Verhältniss der Zellenscheide bei der Entstehung der Fibrillenbündel und mithin auch auf die eigentliche Bildung dieser wirft.

Zuweilen sieht man auch einzelne Kerne mit einem ihnen angehörigen Protoplasmarest im Inneren der Balken, besonders der dickeren, sogar mitten im Fibrillenbündel liegen. Ihre Deutung ist nicht immer leicht. Zuweilen scheinen sie einer inneren Scheide oder einem das Fibrillenbündel in verschiedene Abtheilungen trennenden Zellenhäutchen angehören; im Allgemeinen sind sie indessen wohl nur mehr isolirt liegende abgeplattete protoplasmatische Zellen. Hie und da findet man auch Balken, welche auf das Deutlichste sich als aus mehreren einzelnen, je von einer Zellenscheide umgebenen Balken bestehen, die auswendig noch sämmtlich von einer gemeinsamen Zellenscheide umhüllt und zusammengehalten sind (worüber mehr unten).

Wie schon oben bemerkt wurde, sieht man oft innerhalb der Zellenscheide der Balken feine quergehende Streifen oder Bänder. Es sind dies die von den Histologen auf mehrfache Weise gedeuteten sog. »umspinnenden Fasern». Wie weit die Anschauungen über dieselben unter den Verfassern aus einander gehen, lässt sich grösstentheils aus der allgemeinen Historik ersehen und geben wir deswegen hier nur eine gedrängte Darstellung derselben um unten in der Historik der Bindegewebslehre ausführlicher darauf zurückzukommen. HENLE scheint der Erste gewesen, welcher diese Frage anregte. Unter dem Namen »spiralförmiger Kernfasern» oder »Spiralfasern» wurden sie von ihm beschrieben als eine Art nicht selten vorkommender, die Bindegewebsbündel spiral- oder ringförmig umspinnender Fasern, welche er durch Verschmelzung von mehr oder weniger verlängerten Zellenkernen entstanden und wegen ihrer Unveränderlichkeit in Essigsäure mit dem elastischen Gewebe übereinstimmend aber nicht identisch ansah. REICHERT, der eine normalmässige Zusammensetzung des Bindegewebes aus Fibrillen nicht anerkennen wollte, sondern sein fibrilläres Aussehen nur für scheinbar, als auf eine Faltung der Substanz oder eine mechanische Zerfaltung derselben beruhend hielt, deutete die ring- und spiralförmigen Bildungen als gebliebene, bandähnliche Falten einer beim Anschwellen zerplatzten, die Balken sonst umgebenden, structurlosen Scheide. Diese Auffassung hatte auch LUSCHKA hervorgehoben. Seitdem haben die Ansichten zwischen der Henle'schen und der Reichert—Luschka'schen Darstellung gewechselt. KÖLLIKER schloss sich hauptsächlich der Henle'schen Darstellung an, er wollte aber die umspinnenden Fasern, weil sie nach ihm aus Zellen entstanden sind, nicht zum elastischen Gewebe, sondern zu den Bindegewebskörpern gehörend rechnen. ROLLETT suchte sie als wirkliche, die Fibrillenbündel netzförmig umspinnenden Fasern zu vertheidigen. RANVIER sah sie im Hautbindegewebe als einfache Verdickungen einer die Bündel umgebenden Hülle an. BOLL erklärt ebenfalls die Einschnürungen dadurch bedingt, dass eine differenzirte, structurirte, verschieden derb gewebte Scheide nach Maasgabe ihrer Resistenzfähigkeit an verschiedenen Stellen ihrem quellenden Inhalte auch einen verschiedenen Widerstand entgegensetzt. Sonst will BOLL es keineswegs für unmöglich halten, dass an anderen Stellen die Einschnürungen gemäss der Luschka—Reichert'schen Auffassungsweise durch Einreissen einer Scheide und Zusammenschnurren ihren Bruchstücke zu einzelnen Reifen entstehen können. BOLL kann aber ebensowenig »der Ansicht von ROLLETT direkt widersprechen, welche ein ganz entgegengesetztes Princip zur Erklärung dieser Erscheinungen heranzieht, dass nämlich eine structurlose Scheide an den Bündeln gar nicht existire, dass dagegen die Einschnürungen durch ein umspinnendes Netzwerk glatter Balken entstehen». In unserer Arbeit über das Bindegewebe des Nervensystems gingen wir nicht näher auf die Frage von den umspinnenden Fasern hinein; wir sagten indessen, dass ringförmige oder anders gestaltete Partien der Scheide beim Anschwellen der Bündel Einschnürungen verursachen können. SCHWALBE äussert dann über die Einschnürungen der Balken des Subarachnoidalraums des Sehnerven, dass für sie immer noch keine genügende Erklärung vorliegt. Endlich haben wir im vorigen Jahre eine Darstellung unserer Untersuchungen über diese Bildungen gegeben. Da unsere jetzigen Anschauungen vollständig mit diesen übereinstimmen, gehen wir deswegen zu denselben über.

Wenn man subarachnoidale Balken, die einer ganz frischen Menschenleiche entnommen sind, in einer indifferenten Flüssigkeit — vor Allem in ihrem natürlichen Medium, der Cerebrospinalflüssigkeit — untersucht, kann man oft nicht die geringste Querstreifung an ihnen wahrnehmen; in anderen Fällen erscheint eine sehr schwache solche, in anderen aber ist sie so deutlich, dass man darin wirkliche, mehr oder weniger feine Fasern unterscheiden kann, die cirkulär um den Balken, nicht selten etwas schief gegen seine Längsaxe verlaufen (Taf. XIV Fig. 3, 4). Hie und da sieht man diese Fasern sich von einander verzweigen und wieder mit anderen derartigen Fasern zusammenlaufen; dicht ausserhalb derselben liegt die Endothelscheide. Dieses cirkuläre Fasernetz ist an verschiedenen Stellen desselben Balkens von verschiedener Dichtmaschigkeit. Wenn man Essigsäure zu einem solchen Präparat zusetzt, verändert sich das Bild. Die Balken schwellen schnell an; ihre Längsfibrillirung verschwindet fast ganz für das Auge. An vielen Balken erscheinen jetzt circuläre Fasern und, wenn schon vorher an den Balken solche Fasern wahrgenommen sind, treten sie jetzt viel schärfer hervor, mehr oder weniger bedeutende Einschnürungen verursachend, so dass die geschwellte Gewebsmasse der Balken sich bauchig zwischen den Circulärfasern ausstülpt (Taf. XIV Fig. 10, 11, 12). Diese letzteren bilden bald mehr oder weniger von einander getrennte Ringe um die Balken, bald auch Spirale, bald hängen sie mit einander durch Verzweigungen und Anastomosen zusammen; sie sind von verschiedener Dicke, oft im optischen Durchschnitt sich deutlich cylindrisch zeigend sowie ziemlich stark lichtbrechend; bald liegen sie dichter beisammen und sind dann gewöhnlich feiner. Sie schwellen, so weit man sehen kann, gar nicht in Essigsäure an und gehören danach, sowie nach anderen Verhältnissen, in dieselbe Gewebsgruppe, wie die gewöhnlichen elastischen Fasern. Ob sie von einem sehr feinen, ununterbrochenen Häutchen zusammengehalten sind, haben wir nicht

mit völliger Sicherheit entscheiden können; wenn ein solches Häutchen wirklich vorhanden ist, müsste es äusserst dünn sein, denn es erscheint im optischen Querschnitt nicht als doppeltcontourirt; auch sieht man nicht etwaige abgerissene Ueberreste desselben; für seine Gegenwart spricht, dass die geschwellte Fibrillenmasse am längsten einen bestimmten Rand behält und dass an dem Ende eines abgerissenen Balkens diese Masse stärker anschwillt und gleichsam ohne bestimmte Grenze hinausfliesst. Ausserhalb der Circulärfasern sieht man grössere oder kleinere Theile der Endothelscheide, insofern diese durch die Präparation nicht vollständig abgerissen ist.

Doch sind es nicht alle Balken, die solche umspinnenden Fasern besitzen, wenigstens nicht in ihrer ganzen Ausdehnung. Man findet nämlich, besonders am Rückenmarke, nicht eben selten solche, die deren ganz entbehren (wie die an der Taf. XIV Fig. 6 abgebildeten). In anderen Fällen treten sie aber, wie erwähnt, durch Behandlung mit Essigsäure an solchen Stellen hervor, wo sie vorher, trotz genauen Nachsuchens, nicht wahrgenommen werden konnten.

Wenn man frische Subarachnoidalbalken in Ueberosmiumsäure erhärtet, werden die Circulärfasern oft etwas deutlicher (Taf. XIV Fig. 5), besonders wenn sie etwas gröberer Art sind. Sie sind nämlich bisweilen, wie oben angeführt wurde, recht grob, deutliche anastomosirende und von dem eigentlichen Balken oft etwas abgetrennte Schlingen bildend, welche sogar dickere Ausbreitungen besitzen können (Taf. XIV Fig. 6, 7, 8). Am optischen Querschnitt dieser Verdickungen sieht man, obwohl nicht eben scharf, eine Andeutung von feinen dicht gedrängten Faserquerschnitten; es scheinen also auch diese dickeren Fasern aus feineren zusammengesetzt zu sein.

Wir haben schon früher an mehreren Stellen, z. B. an der Innenseite der Dura mater, der Innen- und Aussenseite der Pia mater spinalis, an den Kapselhäuten der Pacinischen Körper, dünne, feine Häutchen mit elastischen Fasern und Fasernetzen als unter dem bekleidenden äusseren Endothelhäutchen liegend geschildert; am Epineurium und Perineurium u. A. haben wir ferner elastische Fasern dicht unter der bekleidenden Zellenhaut der einzelnen Lamellen beschrieben. An den eben geschilderten bindegewebigen Balken des Subarachnoidalgewebes sind nun die Verhältnisse ungefähr dieselben. Unter der Endothelscheide gehen die oben beschriebenen elastischen Fäserchen in sparsamerer oder dichterer Ausbreitung; ob aber hierzu noch ein äusserst feines Häutchen die Fibrillenbündel umschliesst, müssen wir, wie oben gesagt, bis auf Weiteres unentschieden lassen.

Ausser den jetzt geschilderten, von elastischen Fasern umsponnenen Balken haben wir, wie oben in der Historik erwähnt wurde, bei der Untersuchung des Subarachnoidalgewebes noch eine andere Art von Balken gefunden, welche von höchst eigenthümlichem Bau sind, sowie auch von besonderem Interesse für die Bindegewebslehre. Die Fibrillenbündel dieser Balken (Taf. XV Fig. 1—8) sind nämlich von einer mehr oder weniger breiten Zone umgeben, welche aus körnchenähnlichen, durch helle Zwischenräume getrennten Pünctchen zu bestehen scheint. Beim ersten Ansehen kann man, besonders bei etwas tieferer Einstellung des Mikroskops, glauben, diese Masse sei aus einem grobkörnigen Protoplasma zusammengesetzt. Bei Einstellung des Fokus auf die obere oder untere Fläche des Balkens sieht man aber in dieser umgebenden Masse nicht Körner, sondern eine feine, äusserst dichte Querstreifung, und bei näherer Untersuchung findet man, dass die genannten körnchenähnlichen Pünctchen optische Querschnitte einer Art feiner Fibrillen sind, welche in zahlreicher Menge und oft in vielen Schichten die Balkenbündel umspinnen, diesen ein Aussehen wie von Flachsristen oder wie von mit Werg umwickelten längsgehenden Bündeln verleihend. Bei geänderter Einstellung des Mikroskopes kann man auch bei scharfer Betrachtung die erwähnten Querstreifen bis zu ihren körnchenähnlichen Durchschnitten verfolgen. Die ganze, die Fibrillenbündel in dieser Art umgebende Masse hat das Aussehen einer mehr sparsamen, hellen, homogenen vielleicht flüssigen Substanz, in welcher zahlreiche und dicht liegende Fibrillen verlaufen. Diese Masse ist im Ganzen als eine Art eigenthümlicher »Fibrillenscheide» der Balken zu betrachten. Ihre äussere Fläche, die scharf begrenzt ist, ist wie die der übrigen Balken mit einem Häutchen von Endothelzellen sammt den ihnen angehörenden von einer Protoplasmazone umgebenen Kernen bekleidet. Dieses Zellenhäutchen kann wie gewöhnlich leicht abgelöst werden, weswegen man oft nur grössere oder kleinere Ueberreste desselben die Balken bekleiden sieht; oft wird es durch die Präparation sogar vollständig abgerissen. Die Fibrillenscheide ist von sehr wechselnder Dicke; bald bildet sie nur eine dünnere Schicht, bald aber eine so mächtige, dass ihr Durchschnitt ebenso dick oder noch dicker als der des centralen Balkenbündels ist u. s. w. Sie ist nicht immer gleich dick an verschiedenen Stellen desselben Balkens, sondern zeigt auch in dieser Beziehung mancherlei Variationen; bald wird sie dünner; bald wird ihre Dicke mehr weniger schnell vermehrt, so dass dünnere und dickere Partien mit einander wechseln; hie und da sieht man an ihr auch grössere oder kleinere höckerige Verdickungen. Die Fibrillen gehen gewöhnlich rein circulär um das Balkenbündel, so dass die Querstreifung rechtwinklig gegen

die Längsaxe desselben ist; zuweilen sieht man auch Balken, wo die Streifung mehr oder weniger schief gegen diese Axe läuft, wobei also die Fibrillen in Spiralwindungen um das Bündel verlaufen (Taf. XV Fig. 8). An demselben Bündel haben sie gewöhnlich alle eine und dieselbe Richtung; wenn die in derselben Schicht liegenden Fibrillen sich kreuzen, geschieht dies nur unter äusserst spitzen Winkeln. Es finden sich aber zuweilen Balken mit Fibrillenscheiden, die aus derartigen längsgehenden Fibrillen bestehen (Taf. XV Fig. 9); zuweilen wechseln solche Schichten von längsgehenden Fibrillen mit circulären, wobei man sogar Zellenkerne zwischen den verschiedenen Schichten wahrnehmen kann (Taf. XV Fig. 7); ein solches Bild zeigt eine auffallende Aehnlichkeit mit den Kapselhäuten der Pacinischen Körper, wie wir sie früher geschildert haben [1]); besonders ist ein Vergleich mit diesen Bildungen bei den Vögeln zutreffend (s. unten bei diesem Abschnitt). Durch die Präparation kann wie gesagt die ganze Fibrillenscheide von den Balken abgestreift werden; dann sieht man sie entweder als einen unregelmässigen Haufen, ein Fasergewirr, dessen Ursprung sonst schwer zu erkennen wäre, oder zuweilen mehr geordnet als einen aus Fäserchen zusammengesetzten, leeren, fingerhutähnlich von dem Balkenbündel abgestreiften Cylinder.

Die Fibrillen dieser so eben beschriebenen eigenthümlichen Art von Scheide werden schon im frischen Zustand, ohne erhärtende Reagenzien, ziemlich deutlich wahrgenommen. Sie treten aber noch deutlicher durch Erhärtung in Ueberosmiumsäure und in Chromsäure oder chromsaurem Kali (Müllerscher Lösung) hervor. Wenn man sie mit Essigsäure behandelt, schwellen sie zwar im Allgemeinen nicht wie gewöhnliche Bindegewebsfibrillen auf, sie gewinnen aber auch nicht, wie die eigentlichen elastischen Fasern, dadurch an Schärfe, sondern werden im Gegentheile am häufigsten bleicher und verlieren etwas an Deutlichkeit (Taf. XIV Fig. 11). Dieses Verhalten wechselt doch etwas, so dass es scheint, als ob die Fibrillen an verschiedenen Balken etwas verschieden entwickelt sein könnten.

Wie verhalten sich nun diese Fibrillen zu den oben geschilderten, eigentlichen, elastischen, umspinnenden Fasern? Die elastischen umspinnenden Fasern mit ihren Netzen liegen, wenn vorhanden, in der Regel nach innen von der Fibrillenscheide. Man sieht zuweilen die beiden verschiedenen Arten an einem und demselben Balken sich begegnen und jede von ihrer Seite her auf das Gebiet der anderen übergreifen; dann liegt auch immer die Fibrillenscheide ausserhalb der anderen umspinnenden Fasern, welche oft in weiter Ausdehnung unter der Fibrillenscheide zwischen ihr und dem Balkenbündel, dicht an diesem, wahrgenommen werden können. Wenn man Essigsäure zu einem solchen Uebergangsbalken zusetzt (Taf. XIV Fig. 11), hindert die Fibrillenscheide, wo sie vorhanden ist, dass der Balkenbündel anschwillt.

Die mit Fibrillenscheide versehenen, eigenthümlichen Balken fanden wir im Subarachnoidalgewebe an der Basis des grossen Gehirns, in ihren grossen serösen Cisternen, um die dieselben durchlaufenden Nervenwurzeln und Blutgefässe, ferner an der Basis des kleinen Gehirns und besonders zahlreich am Pons und an der Medulla oblongata, vor Allem aber an den Seiten derselben; ferner auch vereinzelt etwas weiter unten am Rückenmark, sowie auch im Subarachnoidalraum des Sehnerven. Sie kommen nicht immer in derselben Frequenz vor, sind im Gegentheil an einigen Gehirnen reichlicher, an anderen sparsamer vorhanden; zuweilen bilden sie an gewissen Orten die überwiegende Anzahl der Balken, zuweilen kommen sie nur hier und da zwischen den anderen Balken zerstreut vor.

Dies ist im Allgemeinen der Bau der einfachen, nicht zusammengesetzten, Subarachnoidalbalken in ihren verschiedenen Variationen: ein mehr oder weniger dickes Fibrillenbündel von einer einfachen Zellenscheide umgeben und unter dieser rings um das Bündel entweder ein verschieden dichtes Netz von umspinnenden elastischen Fasern oder auch noch dazu eine besondere Fibrillenscheide. Derartige Balken können nun relativ weite Strecken durchlaufen, ohne in Berührung mit anderen Bildungen zu treten. Sie können in dieser Art mehr einzeln durch die subarachnoidalen Räume ihren Weg nehmen oder, mehrere dichter beisammenliegend, in den verschiedensten Richtungen einander kreuzen (wie z. B. an der Taf. XII Fig. 2). Es ist aber doch gewöhnlicher, dass die einzelnen Balken während ihres Verlaufes sich verzweigen — oder, wenn man so lieber sagen will, dass zwei Balken zu einem zusammenschmelzen. Bei dieser Verzweigung verhalten sich die verschiedenen, die Balken construirenden Theile in folgender Weise (Taf. X Fig. 3, Taf. XI Fig. 1): Das centrale Fibrillenbündel theilt sich und schickt in mehr oder weniger grossem Winkel verschiedene Partien seiner Fibrillen nach verschiedenen Richtungen; an der Theilungsstelle sieht man oft eine schöne Flechtung der Fibrillen unter einander. Wie das Fibrillenbündel, so theilt sich auch die Zellenscheide und bildet für jeden Zweig des Bündels eine geschlossene Bekleidung; an ihrer Theilungsstelle sieht man oft eine räumlichere Partie, eine Ausbuchtung, die in ausgebreiteter Lage gesehen wie eine Flosse aussieht und in der Weise

---

[1]) Nord. Med. Arkiv 1872.

gebildet ist, dass die Zellenscheide sich etwas später theilt als das Bündel. Die Scheide begleitet dann die einzelnen Zweige des Bündels in ihrem weiteren Verlaufe, ganz wie sie das ungetheilte Bündel umschliesst. Die umspinnenden Fasern (Taf. XIV Fig. 13) oder die Fibrillenscheide (Taf. XV Fig. 4, Taf. XII Fig. 5), wenn sie vorhanden sind, theilen sich auch bei der Verzweigung der Balken und begleiten die einzelnen Zweige, ganz wie oben von den ungetheilten Balken beschrieben wurde. Hierbei können indessen verschiedene Variationen entstehen; bald werden die umspinnenden Fasern eben an der Theilungsstelle spärlicher oder können sogar aufhören, entweder an beiden oder nur an dem einen Zweig; in gleicher Weise kann die Fibrillenscheide an der Theilungsstelle sich verdünnen oder verschwinden oder nur an dem einen Zweig sich fortsetzen; zuweilen wird sie von umspinnenden Fasern ersetzt (Taf. XIV Fig. 11).

Ein Balken kann sich aber nicht nur in zwei theilen. Andermals entstehen nämlich bei der Verzweigung drei, vier oder noch mehr einzelne Balken, deren Bündel in der verschiedensten Weise mit einander sich verflechten und die in mancherlei Richtungen verlaufen können. Bei solchen Verzweigungen erhält jeder Zweig eine geschlossene Zellenscheide sowie umspinnende Fasern, resp. Fibrillenscheide, und ist dann ganz wie die anderen Balken gebaut. Die so verzweigten Balken können sich dann, was sehr oft geschieht, in ganz derselben Weise noch ein oder mehrere Mal verzweigen. Andermals laufen sie mit anderen Balken wieder zu einem einzigen zusammen, und dieser geht dann, von seiner Zellenscheide etc. umschlossen, weiter fort, ganz wie oben beschrieben wurde; die Bündel der einzelnen Balken flechten sich dabei gewöhnlich mit einander zusammen; zuweilen laufen sie doch unverflochten neben einander, jede von seinen umspinnenden Fasern, resp. seiner Fibrillenscheide, umschlossen in der gemeinsamen Zellenscheide fort, um sich dann vielleicht weiter zu trennen und in verschiedene Balken zu verzweigen. Zuweilen sieht man, dass die freien neben einander in der Zellenscheide verlaufenden, umsponnenen Balken jede noch eine eigene Zellenscheide besitzen. Zuweilen findet man sogar eine ganze Reihe solcher, je mit umspinnenden Fasern und Zellenscheiden versehenen Balken von einer gemeinsamen Zellenscheide und gemeinsamen umspinnenden Fasern umgeben und so einen dicken zusammengesetzten Balken bildend (Taf. XIV Fig. 14). Bald wird eine Reihe solcher einzelner Balken durch mehrfach oft netzförmig verzweigte, sie äusserlich dicht umgebende Balken zusammengehalten (Taf. XIV Fig. 16); sie bilden in dieser Weise eine andere Art zusammengesetzter Balken. Von besonderem Interesse ist es beim Anastomosiren der Balken, das Verhalten der Zellenscheide zu studiren. Wie schon erwähnt ist, bildet sie bei der Balkentheilung oft weitere Aussackungen in den Winkeln zwischen den Balken. Bei stärkerer Anastomosirung der Balken sieht man oft diese mehr oder weniger schwimmhautähnlichen Ausstülpungen der Zellenscheide an mehreren Winkeln an einer und derselben Lücke des Balkennetzes. Auf die Bedeutung dieses Verhaltens der Zellenscheide für die Entstehung zusammenhängender Häutchen werden wir bald unten eingehen.

Durch die Verzweigung und Wiedervereinigung aller dieser verschiedenen Balken entstehen die verschiedensten Balkennetze. Es ist nicht möglich, alle die zahllosen Variationen der Balkennetze, die in dieser Weise entstanden in der Natur vorhanden sind, zu schildern. In unseren Tafeln haben wir versucht, einige, die zum Verständniss ihrer Bildung und ihres allgemeinen Aussehens sowie zur Erklärung einzelner für die Bindegewebslehre wichtiger Fragen nöthig sind, wiederzugeben. Unsere Figuren sind dem subarachnoidalen Gewebe des Rückenmarks sowohl als demjenigen des Gehirns, und des Menschen (am meisten) sowie demjenigen einiger Thiere (Hund, Katze) entnommen. In Bild ist es indessen nicht leicht, diese oft wunderbar schöne Balkennetze mit ihren hellen, glänzenden, zierlich in den verschiedensten Richtungen und Anordnungen verlaufenden, verzweigten Balken und ihre glasartig durchsichtigen, ausserordentlich dünnen Zellenscheiden darzustellen. Wenn dazu noch die Kerne durch Anilin (resp. Carmin) gefärbt sind, können diese Bilder gewiss unter die schönsten, die die Histologie aufzuweisen vermag, gerechnet werden. Alle sind nach demselben Gesetze gebaut, »alle ähneln einander, und doch ist keiner dem anderen gleich».

Diese verschiedenen Gestalten der Balkennetze im Wort zu beschreiben ist aber wie gesagt noch schwieriger, und müssen wir darauf verzichten. Hier sollen nur einige der hauptsächlichsten Formen angedeutet werden. Wenn wir von derjenigen ausgehen, wo die einzelnen Balken nur dicht beisammenliegen und nur sehr sparsame Verzweigungen oder Anastomosen bilden (wie an der Taf. XII Fig. 2), so finden wir bis auf die undurchbrochenen Häutchen eine ganze Reihe von Abstufungen. Die Balken treten in eine immer nähere Berührung mit einander, gehen mehr und mehr Anastomosen mit einander ein, am gewöhnlichsten in der Flächenausbreitung. Es entstehen in dieser Weise die schon oben erwähnten »Balkenhäutchen». Zwischen den vielfach anastomosirenden Balken bleiben mehrfach gestaltete, grössere oder kleinere Löcher. Je reichlicher die Anastomosen, um so kleinerer werden diese Löcher und Lücken. Wenn die Löcher regelmässiger angeordnet sind, entstehen die schon oben besprochenen, zierlichen,

fenestrirten Häutchen oder »Fensterhäutchen» (wie z. B. Taf. X Fig. 7). Bei diesen Anastomosen werden immer, wie oben geschildert wurde, die einzelnen Balken und Balkennetze von der überall fortgesetzten Zellenscheide mit ihren Kernen und Protoplasmaüberresten rings umgeben, und die umspinnenden elastischen Fasern pflegen auch die netzbildenden Balken ganz in derselben Weise und in derselben wechselnden Anordnung zu umspinnen, wie an den einzelnen, freien Balken der Fall war; hier scheint indessen die ring- und spiralenförmige Beschaffenheit dieser Fasern die gewöhnlichste zu sein. Wenn man Essigsäure zu einem solchen Netz zusetzt, entsteht ein Bild wie die Fig. 13 der Taf. XIV wiedergiebt. Innerhalb der Zellenscheide sieht man die ringförmigen Einschnürungen der umspinnenden Fasern zwischen den bauchigen Ausbuchtungen der angeschwellten Fibrillenbündel des Balkennetzes.

Hier und da findet man in solchen Balkennetzen einen mit Fibrillenscheide bekleideten Balken verlaufen, der zwischen den anderen Balken eingeschaltet ist und sogar mit seinen Enden in diese übergeht, indem seine Fibrillenscheide sich mehr weniger schnell verliert und verschwindet oder sich ein wenig auf die angrenzenden Balken des Netzes fortsetzt (Taf. XV Fig. 10). Bald sind solche Fibrillenscheidebalken reichlicher vorhanden; bald haben sie das Uebergewicht über die anderen umsponnenen Balken des Netzes; bald sind sie sogar ausschliesslich vorhanden, wobei ein solches zierliches Netz, wie die Fig. 5 der Taf. XII darstellt, gebildet wird. Nicht selten findet man grössere Ausbreitungen solcher eigenthümlichen Netze von reichlich anastomosirenden Fibrillenscheidebalken, wo die Lücken zwischen den mehr oder weniger mehrschichtigen und dicken Fibrillenscheiden nur relativ klein sind; überall werden auch hier die Fibrillenscheiden von vollständigen Zellenhäutchenscheiden bekleidet.

Von den durchlöcherten Balkennetzen ist der nächste Schritt zu der Form, wo die Löcher und Lücken durch eine Ausbreitung der Zellenhäutchen mehr oder weniger gefüllt und verdeckt werden (Taf. X Fig. 6, 7, Taf. XI Fig. 3, Taf. XII Fig. 3, 4). Diese Scheiden können nämlich, statt die Balken rings zu umhüllen, sich jederseits flächenhaft über die Lücken von dem einen Balken zum anderen hinüberspannen. In dieser Weise wird die Ausfüllung dieser Lücken durch zwei Schichten ausserordentlich dünner Zellenhäutchen gebildet, die sich dicht zusammenlegen und so fest mit einander verschmelzen, dass man ihre Bildung aus zwei Lamellen gewöhnlich nur durch eine genaue Durchmusterung ihrer Zellenkerne herausfinden kann; man sieht nämlich hie und da zwei Kerne, von welchen der eine über dem anderen liegt, denselben mehr oder weniger bedeckend und also in einer höheren Ebene als dieser sich befindet; da die Zellenhäutchen der Balken sonst nur einschichtig sind, so geht schon daraus hervor, dass an den fraglichen Lücken, wo zwei Schichten vorhanden sind, ihre Bildung in der genannten Weise geschieht. Dies wird noch auffallender dadurch, dass oft an den beiden Flächen der Lücken die Kerne mit der einen Hälfte über den Balken, mit der anderen über den Lücken sich befinden. Und endlich wird diese dadurch bestätigt, dass man an den Silberbildern, wenn diese gelungen sind, die doppelte Zellenzeichnung wahrnimmt und an den beiden entgegengesetzten Flächen diese Zeichnung von den umgebenden Balken über die Lücken sich fortsetzen sieht. Es ist dies eine Thatsache, die für die Auffassung einiger der wichtigeren Fragen in der Bindegewebslehre von grosser Bedeutung ist. Man hat hier, wie wir früher hervorgehoben haben, einen Prototyp der Häutchenbildung im Bindegewebe, der überall im Körper wieder und wieder zurückkommt. Nicht selten sieht man mitten in solchen ausgekleideten Lücken kleinere Löcher des Häutchens. Es ist dabei oft schwer zu entscheiden, ob diese Löcher natürlich oder durch die Präparation (Zerreissung) entstanden sind; zuweilen sind die Ränder gezackt, und dann ist die künstliche Entstehungsweise auffallend; oft sind sie aber eben und dann gewiss im Allgemeinen natürlich; zuweilen zeigen sie aber dabei die Grösse und Gestalt eines Kerns und sind dann gewöhnlich durch das Ausfallen eines solchen entstanden; wenn nämlich ein Kern aus dem Häutchen weggerissen wird, nimmt er den anliegenden Theil des mit ihm angewachsenen Häutchens mit sich. Die natürlichen, also mit Sicherheit nicht durch etwaige Zerreissung entstandenen Löcher sind in ihren verschiedenen Abstufungen interessant zu verfolgen. Man findet nämlich hier, wie an den oben beschriebenen Balkenverzweigungen, die verschiedensten Uebergangsformen von kleinen schwimmhautähnlichen Häuten in den Winkeln zwischen den Balken bis zu fast und ganz vollständiger Ausfüllung der Lücken.

In der geschilderten Weise wird nun eine grössere oder geringere Anzahl der Lücken mit ausserordentlich dünnen Häutchen ausgefüllt. An diesen Häutchen, die wie die oben beschriebenen Scheiden der Balken glashell und fast homogen oder nur verschwindend feinkörnig sind, sieht man, — ausser den Kernen und dem in ihrer Umgebung in verschiedener Gestalt (rundlich, bipolar, multipolar etc.) angesammelten, etwas grösseren, körnigen Ueberrest des Protoplasma sowie ausser einigen zerstreuten etwas grösseren glänzenden Körnern, die bisweilen haufenweise zusammenliegen — zuweilen auch eine feine Streifung, die in den verschiedensten Richtungen verlaufen kann.

Bei näherer Untersuchung findet man, dass sie zuweilen dadurch entsteht, dass einzelne kleine Fibrillenbündel sich aus den Balken lösen und zwischen den Häutchenschichten der Lücken in verschiedener Anordnung verlaufen; sie haben dann das Aussehen bindegewebiger Fibrillen, die gewöhnlich in mehr gesammelten Partien über die Lücken passiren, um sich an die Fibrillenbündel der gegenüberliegenden Balken zu legen und dann mit diesen weiter zu gehen. Im Allgemeinen ist indessen diese Streifung anderer Art. Wenn man sie näher verfolgt, findet man, dass sie aus eigenthümlichen, steifen, mehr einzeln in den verschiedensten Richtungen laufenden Fasern bestehen, die ohne mit den Fibrillenbalken zu verschmelzen oder von ihnen abzuhängen über dieselben quer oder in einem spitzigen Winkel sich fortsetzen (Taf. XV Fig. 10). Sie sind gewöhnlich sehr fein, können aber zuweilen etwas gröber sein, und auch spärlich oder reichlicher vorkommen. Sie ähneln bis zu einem gewissen Grade feinen elastischen Fasern, und dies wird oft durch Essigsäurezusatz bestätigt; zuweilen sieht man, dass sie zwischen zwei übereinanderliegenden Kernen der Lückenhäutchen laufen. Hier hat man also noch ein Beispiel von dieser eigenthümlichen feinen elastischen Faserausbreitung unter, hier zwischen, den Endothelzellenhäutchen, wie wir dieselbe schon mehrmals beschrieben haben und später noch öfter an anderen Orten wiederfinden werden.

Wenn, wie z. B. an der Taf. XV Fig. 10, Balken mit Fibrillenscheide in einem Balkennetz dieser Art vorkommen, verhalten sich die Zellenhäutchen und die elastische Faserausbreitung ebenso ganz in der geschilderten Weise; die letztere scheint gar nicht mit den Fibrillen der Fibrillenscheide in Zusammenhang zu treten oder aus ihnen zu entspringen.

Wie wir jetzt beschrieben haben, entstehen die verschiedenen Formen der subarachnoidalen Balkennetze. Je mehr die Lücken und Löcher zwischen den Balken durch flächenhafte Ausbreitung der endothelialen Zellenhäutchen ausgefüllt werden, desto mehr wird ein solches Balkennetz zur Bindegewebshaut (wie z. B. an der Taf. X Fig. 4, 5, 8, 9; Taf. XII Fig. 1); wenn alle Lücken in dieser Weise gefüllt sind, dann ist ja die Haut vollständig. Solche vollständige oder mehr oder weniger durchlöcherte Häute kommen vielerlei in den subarachnoidalen Räumen vor; sie durchziehen die Cisternen, sie sind über Blutgefässe und Nervenwurzeln ausgespannt u. s. w. An ihnen befestigen sich oft, bald in grösserer bald in kleinerer Zahl, freie, einzeln verlaufende Balken, und eben durch solche Balken werden die Häute gewöhnlich an ihren Plätzen angeheftet und gespannt. Der Ansatz dieser freien Balken geschieht in derselben Weise wie die Vereinigungen der Balkennetze (Taf. X Fig. 4, 5; Taf. XI Fig. 5; Taf. XII Fig. 1). Das centrale Fibrillenbündel des Balkens läuft in das Balkennetz der Bindegewebshaut aus; dabei legt es sich entweder ungetheilt einem ihrer Balken an, oder, was viel gewöhnlicher, ja sogar die Norm ist, es lösen sich seine Fibrillen in mehrere Bündel auf, und diese strahlen in verschiedener Weise aus, indem sie, nach verschiedenen Richtungen divergirend, als selbstständige Balken in der Haut verlaufen oder zuweilen anderen Balken der Haut sich anschliessen, um dann in inniger Vereinigung mit ihnen ihren Weg weiter zu verfolgen. Die Zellenscheide geht immer von diesem Balken an der Anheftungsstelle in das bekleidende Zellenhäutchen der Haut über (wie z. B. Taf. X Fig. 4); dabei sieht man oft, etwa wie oben von der Verzweigung der Balken geschildert wurde, verschieden gestaltete Erweiterungen dieser Scheide eben am Uebergang der Balken in die betreffende Haut.

Die aus Balkennetzen durch Ausfüllung ihrer Lücken in der angegebenen Weise gebildeten Häute können indessen auch zu fibrillären Häuten werden, indem die Fibrillenbündel der Balken sich mehr theilen und weiter ausbreiten, wobei sie die sonst nur von Zellenhäutchen bekleideten Lücken mehr oder weniger ausfüllen. Je mehr diese Anordnungsweise durchgeführt ist, desto mehr wird die Haut aus einer zusammenhängenden Schicht fibrillären Bindegewebes bestehen, deren Fibrillen bald nur nach einer, bald nach verschiedenen Richtungen verlaufen; gewöhnlich findet man auch bei ihnen eine mehr oder weniger ausgesprochene Anordnung zu Bündeln, obwohl die Zwischenräume derselben oft sehr schwach angedeutet sind. Ueber den beiden Flächen dieser Häute schmiegen sich, wie sonst, in die befindlichen Vertiefungen sich einsenkend, endotheliale Zellenhäutchen ganz von den oben geschilderten Eigenschaften; unter diesen Häutchen, in inniger Verbindung mit ihnen, sieht man oft eine Streifung, die von äusserst feinen, in verschiedenen Richtungen angeordneten, gewöhnlich einander kreuzenden Fasern herrührt. Zwischen den sonst wenig ausgesprochenen Fibrillenbündeln solcher Häute findet man indessen nicht selten noch Kerne eingelagert, die den bekleidenden Endothelhäutchen selbst nicht angehören. Diese Kerne sind gewöhnlich mehr langgestreckt, spindelförmig; das Protoplasma ist an ihren Spitzen bipolar angeordnet; sie liegen reihenweise den Bündeln dicht an, sind aber gewöhnlich in den engen Zwischenräumen zwischen zwei solchen Bündeln diesen beiden so angedrückt, dass es oft schwer oder sogar unmöglich ist zu bestimmen, zu welchem von ihnen sie eigentlich, falls überhaupt zu irgend

einem derselben, gehören. Ausser dem Kern und dem körnigen Protoplasma dieser Zellen sieht man oft keinen weiteren Bestandtheil, ja es ist sogar fraglich, ob sie immer wirkliche Plattenzellen und ob sie mit der gewöhnlichen flächenhaften, dünnen, homogenen Ausbreitung versehen sind; bei anderen Gelengenheiten sieht man indessen an ihnen die dünne Häutchenausbreitung, und dann bilden diese Zellen offenbar eine endotheliale Bekleidung der Fibrillenbündel oder Scheidewände zwischen ihnen, die sich dann gewöhnlich an dem Zellenhäutchen der Oberfläche der betreff. Haut anlegen und mit ihm verschmelzen. Hier liegt eine für die Bindegewebslehre wichtige Frage vor, ob nämlich solche beisammenliegenden Fibrillenbündel, jede für sich, eine Zellenbekleidung tragen oder ob nur eine solche wie eine Zwischenwand sie von einander trennt. Zuweilen kann man in dergleichen Fällen wirklich zwei, von einem canalartigen Zwischenraum geschiedenen Zellenhäutchen, jedes dem Bündel seiner Seite angehörend wahrnehmen; zuweilen ist es aber nicht möglich mehr als ein solches zwischen den beiden Bündeln zu entdecken, obwohl es oft mehr als möglich ist, dass dieses scheinbar einfache Häutchen aus zwei beisammenliegenden, mit einander verschmolzenen Häutchen entstanden ist. Dies ist gewiss sehr schwierig, in allen Fällen endgültig zu entscheiden.

Die zuletzt beschriebenen Häute gehen nicht selten an den Seiten in durchlöcherte Häute oder sogar in Balkennetze über, und an ihnen befestigen sich oft verschieden zahlreich freie Balken, die sich dabei zu ihnen ganz in derselben Weise verhalten wie zu den oben beschriebenen Netzhäuten; oft schwellen durch Auseinanderlösung ihrer Fibrillen die Balken in der Nähe ihres Ansatzes an, und die Bündel laufen schlingend und gewunden wie Wurzeln in mancherlei, oft recht phantastischer Weise in die Fibrillenlage der Haut über, um zusammen mit ihren Bündeln ihren Weg nach verschiedenen Richtungen fortzusetzen. In dieser Weise endigt eben ein grosser Theil der oben beschriebenen freien einzelnen subarachnoidalen Balken, wie z. B. Taf. X Fig. 4, 5. Die übrigen vereinigen sich mit anderen derartigen Balken, mit Balkennetzen oder durchlöcherten Häuten, denn immer sind ihre beiden Enden an andere bindegewebige Bildungen angeheftet, wobei die Balken je nach der Ausfüllung der subarachnoidalen Räume durch Flüssigkeit mehr oder weniger straff gespannt sind. Dieser verschiedenen Ausdehnung wegen müssen sie eine gewisse Elasticität besitzen. Oft sieht man sie auch, wenn die Anheftungsstellen nachgeben, zusammenschnellen, spiralig sich aufwinden u. s. w. Nicht selten findet man an ihnen aufgerollte Knötchen ihrer Fibrillenbündel, die das Aussehen einer Art von Glomeruli darbieten. In den Balken, d. h. innerhalb der Zellenscheide, laufen auch nicht selten eine oder mehrere elastische Fasern, die wahrscheinlich für die Streckung und die elastische Zusammenziehung der Balken von Bedeutung sind. Sie gehen am Ansatz der Balken in den anderen bindegewebigen Bildungen über. Bei Essigsäurezusatz treten sie besonders hervor; dann scheint es sogar bisweilen, als ob sie in dem Fibrillenbündel selbst liegen.

Es giebt in den Subarachnoidalräumen aber noch einige Bildungen, an denen solche Balken sowie auch Netze und Häute sich anzusetzen pflegen. Es sind dies die dieselben durchziehenden Blutgefässe und Nerven. Blutgefässe kommen nämlich in nicht unbeträchtlicher Zahl und in weiten Strecken frei verlaufend in den subarachnoidalen Räumen vor. Ueberall findet sich um dieselben ein zusammenhängendes Häutchen oder eine Scheide endothelialer Zellen von ganz derselben Art wie die der Balken, die sogar nach Silberfärbung die gewöhnliche schöne Mosaik der Endothelzellengrenzen zeigen. An diesen Blutgefässen, die sich hie und da während ihres Verlaufes verzweigen und dabei dieselbe Scheidenbildung zu den Zweigen abgeben, befestigen sich, wie angedeudet wurde, freie Balken, Balkennetze und Häute, wobei sie Fibrillenbündel mit einander austauschen und die Endothelhäutchen von dem einen in den anderen direct in der oben geschilderten Weise übergehen. Oft gehen die Blutgefässe, besonders die grösseren, in dieser Weise fast frei, nur sparsam mittelst Balken befestigt und also mehr lose an die umgebenden Theile gebunden, durch die serösen Räume fort; andernfalls sind sie, besonders die feineren, mittelst einer Menge solcher Balken oder durch wirkliche Häute an die bindgewebigen Wände der serösen Räume fester geheftet, oder sie laufen, den Häutchen dicht anhaftend, zuweilen, wie es scheint, in ihnen eingeschlossen (Taf. V Fig. 1—4).

Die diese Räume durchziehenden Nerven sind entweder die Wurzeln der Cerebrospinalnerven oder auch feinere aus diesen stammenden Abzweigungen, die theils nur Verbindungszweige derselben sind, theils aber auch Fasern zur weichen Haut abgeben. Die cerebrospinalen Wurzeln, von denen unten näher berichtet werden soll, sind auch von einer endothelialen Umhüllungshaut umgeben, die oft sehr schöne Zellenzeichnung nach Silberfärbung zeigt und die als die äusserste Schicht gleichartiger Häute (Perineurium) angesehen werden kann. An diesen Nervenwurzeln befestigen sich Balken in der gewöhnlichen Weise, und auch Balkennetze und mehr oder weniger durchlöcherte Häute haften an ihnen und binden sie zusammen und an den Wänden der Räume. In derselben Weise werden auch die

zwischen den Wurzeln hinüberspringenden Nervenfasern von endothelialen Häutchen umhüllt. In den subarachnoidalen Räumen findet man ferner hie und da Balken, welche Nervenfasern in verschiedener Zahl enthalten, entweder frei oder mehr oder weniger der Arachnoidea, den subarachnoidalen Häuten oder der Pia angeheftet, oft auf weite Strecken durch die genannten Räume ziehen, wobei sie zuweilen einzelne Nervenfasern zu anderen anastomosirenden Balken abgeben oder von solchen aufnehmen können (Taf. XIII Fig. 5). Diese letzteren feineren Nervenbündel sind gewöhnlich auch von Bündeln fibrillären Bindegewebes begleitet; auswendig sind sie immer von einer endothelialen Zellenhülle umgeben. Man kann es auch so auffassen, was vielleicht richtiger ist, dass die Nervenbündel durch subarachnoidale Balken, von deren Hüllen umgeben, laufen. In anderen Fällen gehen Nervenbündel in dünnen (subarachnoidalen) Häutchen, wie es scheint in ihnen eingeschlossen (Taf. XIII Fig. 4).

2. Specielle Histologie der weichen Haut.

Nach dieser allgemeinen Schilderung vom Bau des Bindegewebes der Hirn- und Rückenmarkshäute, werden wir die Zusammensetzung derselben, jeder für sich, etwas eingehender, mehr topographisch darstellen, ohne uns jedoch auf unwichtigere Einzelheiten einzulassen.

Arachnoidea.

Historischer Rückblick.

Ueber den Bau der Arachnoidea äussern die meisten Verfasser, dass diese Haut aus feinen, in verschiedener Weise sich kreuzenden Bindegewebsbündeln gewebt ist, dass sie auf ihrer Aussenseite ein Epithelium trägt und dass an ihrer inneren Fläche mehr oder weniger zahlreiche Bündel des subarachnoidalen Gewebes sich ansetzen. Henle beschreibt diesen Gegenstand früher schon etwas ausführlicher. An einem dünnen Plättchen der Arachnoidea, sagt er, erscheint, wenn das Epithelium entfernt ist, zwischen den Maschen der Bindegewebsbündel eine fein granulirte, membranartig ausgebreitete Substanz, welche die Lücken ausfüllt und besonders deutlich am Rande des Plättchens ist. Die dünnsten Partien der Bindegewebsschicht in freien Theilen der Arachnoidea des Gehirns bestehen aus ziemlich parallelen, häufig anastomosirenden Bündeln, welche daher ein Netzwerk mit länglich rhomboidalen Maschen darstellen. Wo die Arachnoidea fester ist, liegen die Fasern dicht neben einander in mehreren, einander oft kreuzenden Schichten. Nach Kölliker enthält die Arachnoidea spinalis Bindegewebe mit Kernfasern in etwas eigenthümlicher Anordnung. Ersteres besteht aus netzförmig anastomosirenden Bündeln, welche zu mehreren, deutlich nachweisbaren Lamellen, äusseren mit schwächeren, inneren mit stärkeren Bündeln und zugleich weiteren Maschen verbunden sind. Die Kernfasern liegen seltener in den Bündeln, sondern laufen als umspinnende Fasern um dieselben. An der Aussenseite der Arachnoidea findet sich ein Epithelium, an der Innenseite nicht. Die Arachnoidea cerebralis besteht, abgesehen von dem äusseren Epithel, vorzüglich aus netzförmig vereinten Bindegewebsbündeln mit umspinnenden Kernfasern in mehreren Schichten. Ausserdem finden sich erstens mehr in den äusseren Schichten parallel verlaufende Fibrillen ohne deutliche Bündelbildung mit runden, länglichen, selbst spindelförmigen Kernen und ein-

zelnen geraden Kernfasern und zweitens mehr homogene Bindesubstanz zwischen den netzförmigen Bündeln und hie und da als Hülle der Bündel selbst. Nach Luschka hat die Arachnoidea spinalis zu ihrer wesentlichen Grundlage netzförmig untereinander verbundene dünnere und dickere Bindegewebsbündel, welche vielfach von feinen elastischen Fasern in Spiraltouren umwickelt sind. Ausserdem sah er in derselben reichliche, isolirte Bindegewebsfibrillen. Auf beiden Flächen der Haut findet sich nach ihm eine Epithelialbekleidung, welche sich über diese von der inneren Fläche auf die ganze Pia spinalis erstreckt. Die Arachnoidea cerebralis besteht nach ihm aus theils homogenen, theils längsgestreiften, meist aus wirklich getrennten Fibrillen zusammengesetzten Zellstoffsträngen, welche unter einander zu einem sehr unregelmässige Maschenräume enthaltenden Netzwerke verbunden sind. Isolirte Fibrillen sieht man überall zwischen den Bündeln und begegnet ihnen als einer dünnen Lage an der Oberfläche, unter dem Epithelium. Sehr zahlreiche feine elastische Fasern finden sich theils im Inneren der Bündel, theils um sie herumgewickelt. Das Epithel besteht aus Kernen, in eine feine Molecularmasse eingestreut; das Epithel der äusseren Fläche beschrieb er ein anderes Mal als aus zwei Schichten bestehend, von denen die obere von der jüngern untern verschieden ist; die erstere wird durch eine nicht continuirliche Lage polygonaler, meist kernloser Plättchen gebildet, während die zweite Schichte aus meist ovalen, granulirten Körpern besteht, die durch eine feinkörnige Molecularmasse zusammengehalten werden. Nach Frommann besteht die Arachnoidea spinalis aus einem Netzwerk von nach den verschiedensten Richtungen hin sich durchkreuzenden Bindegewebsbündeln und Fasern. Ziemlich häufig fand Frommann die Hauptmasse ihres Gewebes aus elastischen Balken, Platten und Fasern zusammengesetzt, zwischen denen ein feines streifiges Bindegewebe zu Tage tritt. Die zwischen den Fasern eingestreuten Bindegewebskörper bestehen aus spindel- und sternförmigen Elementen, neben denen auch einzelne rundliche oder ovale Zellen vorkommen. Später erwähnt Henle an der inneren Fläche der Arachnoidea ein Epithelium, das sich auf die Subarachnoidalbalken fortsetzt. Nach Boll stellt die Arachnoidea (z. B. des Hundes) keineswegs ein regelloses Gewirre von stärkeren und schwächeren, zu einem Filz verwebten Bindegewebsbündeln dar, sondern zeigt eine sehr deutliche Anordnung derselben in der Weise, dass sich in ihr bestimmte Centra finden, von denen aus die dicht an einander stehenden Bündel radienförmig ausstrahlen. Nur wo die Faserbezirke einander berühren, entsteht eine Verfilzung der Bündel. Die Dicke der Membran ist je nach Thierart und Region verschieden. Die innere Grenze der Membran ist absolut nicht mit Sicherheit festzustellen, indem mehr oder weniger zahlreiche Bündel sich davon ablösen. In Zusammenhang mit unserer Darstellung des Subarachnoidalgewebes beschrieben wir die Arachnoidea als aus eben denselben Elementen und nach denselben Prinzipien wie dieses gebaut. Man findet sie also aus Balkennetzen gewöhnlich in mehreren Schichten gebildet, welche sich reichlich, in der Regel mit netzförmiger Anordnung der Balken, verbinden. Die Lücken werden mehr oder weniger vollständig von Häutchenzellen ausgefüllt, und die Balken strahlen zwischen ihnen aus. An den innersten Schichten ist die Verschliessung der Lücken oft unvollständig, d. h. sie sind nach Art eines durchbrochenen einfachen Häutchens gebildet; man sieht kleine Oeffnungen oder Lücken in der inneren, oberflächlichsten Schicht. Im Boden dieser Lücken findet man eine tiefere Schicht mit ihren Häutchenzellen. Die Arachnoidea ist dann an ihrer freien Fläche von einer zusammenhängenden Lage solcher Zellen überzogen, welche hier das früher bekannte Epithel bilden, an dem man auch ohne Silberfärbung leichter die Zellengrenzen sieht. Die Subarachnoidalbalken gehen direct in die Arachnoidea über und breiten sich darin aus, diese Membran dadurch stellenweise verstärkend, während ihre Scheiden in die Zellenhäutchen selbst übergehen. Bisweilen ist die ganze Membran nur von einem Paar Balkenschichten mit ihren doppelten Zellenhäutchen gebildet. An anderen Stellen wird sie an der Innenseite bedeutend verstärkt, so besonders an der hinteren Fläche über dem Septum posticum mit seinem reichen Subarachnoidalgewebe.

Im Allgemeinen haben die Anatomen in der, wie oben übrigens erwähnt, von ihnen verschiedenartig aufgefassten Arachnoidea nur bindegewebige Bündel, elastische Fasern (oder Kernfasern) und epitheliale Zellen gefunden. Doch giebt es in dieser Beziehung auch merkwürdige Ausnahmen. Schon bei älteren Verfassern findet man Angaben über Lymphgefässe in der Arachnoidea; Barba sah sogar darin »ein wundervolles Gewebe von lymphatischen Gefässen», die sich mit einander verflochten. Nach Burdach enthält sie »bloss Serum führende Haargefässe und wahrscheinlich auch Saugadern». Nach Valentin erscheinen in ihr breite, verästelte, fasrige Gebilde, welche vielleicht aber nur entleerte Gefässe sind. Auch Nerven sind von einigen Verfassern in der Arachnoidea beschrieben; so z. B. von Rainey [1]), Volkmann und Bochdalek [2]). Letzterer sah sie in der Arachnoidea cerebri vom Accessorius, der Portio minor trigemini und dem Facialis; auch in der Arachnoidea an der Cauda equina

[1]) On the Ganglionic character of the arachnoid membran of the brain and spinal marrow. Med. chir. Trans. XXIX.
[2]) Prag. Vierteljahrschr. 1849.

fand er äusserst viele Nerven, »so dass stellenweise die Arachnoidea fast ganz aus Nervenröhren zusammengewebt schien». Offenbar haben diese Verfasser die Netze der Bindegewebsbündel für Nerven genommen, wie schon längst KÖLLIKER hervorhob; dieser Forscher fand nie Nerven in der Spinnwebenhaut selbst, wohl aber an den sie durchsetzenden Gefässen und in den Balken, welche von ihr zur Pia abgehen. VOLKMANN gab an, dass er in der Arachnoidea cerebri des Kalbes und Schafes reiche Netze feiner Fasern fand, welche bestimmt aus dem Sympathicus stammten. LUSCHKA fand auch in der Arachnoidea nach ausführlichen Untersuchungen Blutgefässe und Nerven, aber in ausserordentlich geringer Menge. Endlich erwähnt LENHOSSÉK die Angabe BOCHDALEKS als eine erwiesene Thatsache.

Histologische Beschreibung.

Schon bei der makroskopischen Beschreibung der serösen Räume und ihrer Begrenzungen wurde die Arachnoidea als eine überall sehr dünne und überall zusammenhängende Haut beschrieben, die nach aussen an gewissen Orten Verbindungen mit der Dura, nach innen aber, besonders am Gehirn und am hinteren Umfang des Rückenmarks, viel reichlichere Verbindungen, und dies eben durch das Subarachnoidalgewebe, mit der Pia mater eingeht. Ihrem feineren Baue nach stellt die eigentliche Arachnoidea eine bindegewebige Haut von verhältnissmässig einfacher Zusammensetzung dar, die nach den, im vorigen Capitel in allgemeinen Zügen geschilderten Principien gebaut ist.

Sie besteht überall aus einer Lage verflochtener fibrillärer Balken, die an der äusseren sowohl als an der inneren Fläche mit je einer Endothelzellenschicht bekleidet ist; nach innen von dieser Lage wird die Arachnoidea durch eine Schicht theils inniger mit ihr vereinigter, theils mehr isolirt verlaufender Balkennetze und Häutchen verstärkt.

Wegen der etwas verschiedenen Beschaffenheit der Arachnoidea spinalis und cerebralis werden wir sie besonders beschreiben.

In Betreff des Baues der Arachnoidea spinalis kann unter den etwas wechselnden Formen folgende als die typische betrachtet werden. Die äussere Schicht, die eigentliche Hauptschicht, besteht überall aus einer dünnen Lage von unter sich parallelen, längsgehenden (längs der Axe des Rückenmarks verlaufenden), feinen Fibrillenbündeln, die fast eine zusammenhängende Schicht bilden, und wenn mehr gespannt, gerade, wenn nicht gespannt, wellenförmig angeordnet sind.

Hie und da sieht man in dieser Schicht in schmalen Spalten zwischen den Bündeln längliche kernartige Bildungen und kleine Körnerhaufen, aber keine elastische Fasern. Nach Zusatz von Essigsäure treten auch in dieser Schicht keine elastische Fasern hervor; zwischen den jetzt stark angeschwollenen Bündeln sieht man aber viel reichlicher und deutlicher die schmalen, spindelförmigen Kernbildungen und an ihren Enden spitz auslaufende Kornansammlungen, die letzteren als Protoplasmareste erscheinend. Die Zusammensetzung der sonst scheinbar fast zusammenhängenden Fibrillenschicht aus einzelnen, dicht beisammenliegenden, feinen Bündeln wird in dieser Weise deutlicher dargelegt.

Das an der äusseren Seite der Fibrillenschicht liegende Endothel (Taf. XIII Fig. 6) schmiegt sich ihr dicht an, löst sich aber auch in Fetzen sehr leicht ab und erweist sich dann als ein ganz dünnes Häutchen, in welchem die Kerne einander sehr nahe liegen, ja sogar hie und da sich theilweise decken. Schon aus dem letzteren Umstand geht hervor, dass diese Schicht aus mehr als einer Zellenlage bestehe; durch Silberfärbung (Taf. XIII Fig. 7) erhält man oft sehr schöne Zeichnung der Zellengrenzen, und dabei werden zwar nicht selten doppelte Zellenlagen gezeichnet. Ringsum die Kerne färbt sich durch Anilin eine kleine Körnerzone. Zu dieser Zellenschicht gehört kein elastisches Häutchen; auch nach elastischen Fasern sucht man hier vergebens; zwar kann man bisweilen in kürzeren Strecken äusserst feine, kreuzende Fasern dicht unter dem Endothel wahrnehmen, sie verschwinden aber nach Zusatz von Essigsäure.

Das an der inneren Fläche der Fibrillenschicht befindliche Endothel (Taf. X Fig. 4) besteht aus Häutchenzellen in einfacher Lage, die sich der genannten Schicht ganz dicht anschmiegt. Die Kerne dieser Zellen sind von sehr wechselnder Grösse, so dass einzelne sogar doppelt so gross sind als die kleineren. Auch hier nimmt man kein elastisches Häutchen oder elastische Fasern wahr.

Dicht unter der jetzt beschriebenen Schicht der Arachnoidea spinalis läuft fast überall eine Schicht von Balken (Taf. X Fig. 8). Diese haben im Allgemeinen eine transversale Richtung; sie gehen aber ziemlich zahlreiche Anastomosen ein und bilden in dieser Weise ein mehr oder weniger verwickeltes Flechtwerk mit gewöhnlich queren, länglichen, recht grossen Maschen. Dieses Balkennetz läuft hie und da mit den Bündeln der äusseren Fibrillenschicht zusammen; aus ihm steigen die einzelnen, den Subarachnoidalraum durchsetzenden Balken und Balkennetze hervor (Taf. X Fig. 4, 5). Die Balken der inneren Balkenschicht der Arachnoidea sind immer von einer zusammenhängenden Endothelscheide umgeben, welche, am Uebergang der Balken zur äusseren Fibrillenschicht, in das innere Endothelhäutchen dieser Schicht übergeht. Nach Essigsäurezusatz treten viele ring- und spiralförmige elastische Fasern an den genannten Balken hervor. Blutgefässe und Nerven findet man in der eigentlichen Arachnoidea spinalis nicht.

Dies ist das typische Aussehen der Spinnwebenhaut des Rückenmarks. Oft sind aber Variationen vorhanden. Diese betreffen die äussere Fibrillenschicht sowohl als das (innere) Balkennetz. Jene kann so dünn und sparsam sein, dass man nur Spuren von ihr findet, oder ihre Fibrillen nehmen verschiedene, sich kreuzende Richtungen ein; im vorigen Falle wird die arachnoidale Grenzschicht fast nur aus den Endothelschichten mit spärlichen Bündeln gebildet. In solchen Fällen läuft indessen gewöhnlich ein maschenbildendes Bündelnetz in der Arachnoidea, so dass eigentlich nur rundliche oder längliche Maschen fast allein von den Endothelzellenschichten ausgefüllt werden. In solchen Maschenräumen sieht man indessen oft einzelne feine, abgetrennte und sich kreuzende Fibrillen zwischen den Endothelschichten verlaufen. Das innere Balkennetz aber kann reichlich sein, mit dichten, kleinen, rundlichen oder länglichen Maschen (Taf. X Fig. 9) oder es kann spärlich werden, mit langen und grossen Maschen (Taf. X Fig. 8) oder es kann sogar stellenweise ganz fehlen; es kann auch mehrfache Richtungen seines Faserverlaufes zeigen. Andernfalls findet man es hie und da in deutlich doppelter Lage, wobei die verschiedenen Lagen verschiedene Richtungen haben. Besonders reichlich ist die Ausstrahlung der Balken an solchen Stellen, wo freie Balken sich ansetzen (Taf. X Fig. 5). Dadurch entstehen eben vielerlei Modificationen in der Richtung und dem Bau des Faserverlaufes. Nicht selten schmilzt die innere Balkenschicht so mit der äusseren Fibrillenschicht zusammen, dass man sie nicht mehr als getrennt betrachten kann; das äussere bildet dann den Boden in den Gruben, welche von den Balken der Innenschicht eingerahmt sind (Taf. X Fig. 4).

An solchen Stellen, wo sich grössere subarachnoidale Häutchen und Balkenhaufen ansetzen, wie z. B. am Ansatz des Septum posticum, wird die Arachnoidea in der Regel verstärkt und enthält starke und reichliche Bündel. Im Allgemeinen wird die Arachnoidea an manchen Stellen dadurch verstärkt, dass frei verlaufende Häutchen und Balkennetze einzelne Balken zu ihr übersenden, wodurch eben die erwähnte Balkenausstrahlung entsteht. Verschiedenheiten im Bau der Arachnoidea, welche jeder Region des Rückenmarks eigenthümlich sind, können nicht angegeben werden.

Die Arachnoidea cerebralis ist nach der Localität etwas verschieden, je nachdem sie frei oder angewachsen ist. An der Basis des Gehirns (Taf. XIII Fig. 1), wo sie frei über die Cisternen ausgespannt ist, besteht sie in der Regel aus einem verworrenen Flechtwerk von Balken, welche sich hie und da zu grösseren Knotenpunkten ansammeln. Diese Knotenpunkte, die ziemlich dicht liegen, aber nicht in eigentlich regelmässigen Abständen angeordnet sind, werden von schmalen neben einander in einer Fläche verlaufenden Balken gebildet, die dicht beisammenliegend nach allen Richtungen, besonders aber nach zwei entgegengesetzten ausstrahlen. In einiger Entfernung von den Knotenpunkten werden die Balken von der Haut mehr frei; sie lösen sich aber gewöhnlich nicht vollständig ab, sondern laufen im Allgemeinen wieder in neue Knotenpunkte ein. Von diesen Knotenpunkten steigen deswegen in der Regel keine freie Subarachnoidalbalken aus. An anderen Stellen werden die Balken sehr sparsam, grössere und kleinere Maschen bildend, deren Boden nur von dem Zellenhäutchen allein oder von einer sehr feinen Fibrillenschicht in demselben bedeckt ist. Dieses Zellenhäutchen, welches auch am Gehirn an der äusseren Fläche der Arachnoidea in der Regel doppelschichtig ist, aber ein ganz dünnes Häutchen bildet, die sich sehr leicht in grösseren oder kleineren Fetzen ablöst, sich in Falten legt und in der Flüssigkeit herum flottirt, ziemlich dicht gedrängte, sich theilweise deckende Kerne besitzend, zeigt gewöhnlich keine Faserung; es giebt hier kein elastisches Häutchen und keine derartige Fasern; zwar sahen wir bisweilen ganz dicht unter diesem Endothel und zu ihm sich referirend eine Streifung von äusserst feinen, sich kreuzenden Fasern, die das Aussehen von elastischen trugen,

aber nach Zusatz von Essigsäure verschwanden sie doch immer. An der inneren Seite wird die Arachnoidea von einer zusammenhängenden Schicht eines Endothels bekleidet, welches sich den Unregelmässigkeiten der Innenfläche anschmiegt und an allen abgehenden Bälkchen und Subarachnoidalhäutchen Zellenscheiden absendet; die Kerne desselben sind von sehr verschiedener Grösse. Unter solchen, welche die gewöhnliche Grösse haben, kommen andere riesenartige vor, die mehr als das Doppelte messen. Hie und da liegen Kerne gruppenweise zu zehn oder mehr, etwa wie Eier in einem Vogelnest, beisammen.

Dies ist der gewöhnliche Bau der freien Arachnoidea cerebralis. Obwohl man auch an einzelnen Stellen eine Hauptrichtung der Fibrillenbündel wahrnimmt, ist dies gar nicht die Regel; man kann hier auch keine eigentliche Anordnung der Balken und Fibrillen in verschiedenen Schichten statuiren. Nach Zusatz von Essigsäure schwellen die Fibrillenbündel wie gewöhnlich an, ohne dass etwaige andere elastische Fasern hervortreten als die die freien Balken der Subarachnoidalräume umspinnenden.

Etwas schwieriger ist es den Bau der Arachnoidea der Hemisphären zu demonstriren. Sie hängt hier so innig mit dem Subarachnoidalgewebe und der Pia zusammen, dass man sie von diesen nur in beschränkten Partien isoliren kann. Das Endothel der Oberfläche verhält sich wie an der Basis. Ueber den Furchen, besonders den grösseren, hat die Arachnoidea gewöhnlich unter dem Endothel eine mehr zusammenhängende Schicht fibrillären Gewebes, welches in der Längsrichtung der Furchen verläuft; diese fibrilläre Schicht ist oft krankhaft verdickt, von mehr sehnigem Aussehen. Viele Balken springen aus derselben nach den subarachnoidalen Räumen hervor. Ueber die Windungen zeigt die Arachnoidea ebenso oft eine zusammenhängende, mehr dünne Schicht paralleler Fibrillenbündel; oft haben indessen diese Bündel einen mehr verworrenen Verlauf mit kreuzenden Maschen; oft ist aber diese fibrilläre Schicht sehr wenig entwickelt. Sonst sind in mehr oder weniger reichlicher Menge solche Knotenpunkte mit nach allen Seiten radiirenden Bündeln vorhanden, die an der Arachnoidea der Basis des Gehirns erwähnt wurden. Häutchen und Balken springen massenhaft daraus hervor.

Die Innenfläche ist sonst wie überall von einem Endothel bekleidet.

Auch in der Arachnoidea cerebralis kommen keine ihr angehörigen Blutgefässe oder Nerven vor.

Das Verhalten der Arachnoidea an den Stellen wo die Arachnoidalzotten vorkommen, wird unten bei der Beschreibung dieser Bildungen besprochen werden.

So auch betreffs des Verhaltens dieser Haut an den austretenden Nerven und an dem Ligamentum denticulatum.

Da wo Blutgefässe durch die Arachnoidea nach aussen dringen, erhalten sie eine von der Arachnoidea gebildete Endothelscheide, die alle die gewöhnlichen Eigenschaften solcher Scheiden besitzt. An mehreren Orten, besonders am Rückenmark, gehen, wie oben bei der makroskopischen Beschreibung erwähnt wurde, eine Menge oder auch mehr einzelne kurze Balken von der Arachnoidea zur Dura über; in denjenigen des Rückenmarks laufen, wie oben bemerkt wurde, im Allgemeinen kleine Blutgefässe; viele der überspringenden Balken laufen als Schlingen von der Innenfläche der Dura zur Arachnoidea ab, um dann nach kurzem Verlauf in dieser Haut nach der Dura wieder zurückzukehren (Taf. XIX Fig. 4). Immer sind die überspringenden Balken von einer Fortsetzung der äusseren arachnoidalen Endothelhaut umgeben; diese Scheide ist oft ganz weit und geht in die Endothelbekleidung der inneren Durafläche über (s. u.).

Die von der Innenfläche der Arachnoidea entspringenden subarachnoidalen Balken und Häutchen erhalten, wie erwähnt, immer als Bekleidung eine Fortsetzung des Endothels dieser Fläche.

Das Subarachnoidalgewebe.

Da die Historik über das Subarachnoidalgewebe eben mit der oben bei Beschreibung der allgemeinen Histologie der weichen Haut gelieferten Historik über dieses Gewebe zusammenfällt, wird hier auf diese letztere hingewiesen.

Bei der Beschreibung der makroskopischen Verhältnisse des Subarachnoidalgewebes wurden schon alle wichtigeren topographischen Einzelheiten seines Baues, d. h. die allgemeine Vertheilung von Balken, Balkennetzen und Häutchen, dargestellt. Der feinere Bau dieser Bildungen ist bei der allgemeinen histologischen Schilderung besprochen. Eine topographische Darstellung der Histologie dieses Gewebes würde deswegen ganz unnütz sein, um so mehr da hier überall fast alle die dort beschriebenen Wechselungen vorkommen können. Nur einige mehr constante Verhältnisse mögen hier hervorgehoben werden.

Topographisch interessant ist eigentlich nur die Vertheilung der eine wirkliche Fibrillenscheide besitzenden Balken. Sie scheinen nämlich grösstentheils auf die Basis des Gehirns beschränkt zu sein. Zwar kommen sie auch hier in wechselnder Menge vor, sind bald reichlich, bald spärlich vorhanden, bald bilden sie ganze Netze, bald sind sie nur einzeln unter anderen Balken zerstreut oder in Häutchen eingewebt. Nie haben wir aber vergebens nach ihnen gesucht. Ihr Sitz ist in den Cisternen des grossen und kleinen Gehirns, besonders neben den Nervenwurzeln und an den Gefäss-stämmen. Am Constantesten findet man sie an der Medulla oblongata und an dem Pons; nicht selten steigen sie aber auch eine Strecke auf der Halsregion des Rückenmarks nach unten hinab; ausserdem fanden wir sie auch im Subarachnoidalraum des Opticus.

Betreffs des Septum posticum ist schon oben erwähnt worden, dass die Häutchen, aus welchen es zusammengefügt ist, fast immer durchlöchert sind, oft in der schönsten Weise, so dass man hier sehr prachtvolle Präparate für die Demonstrirung des Baues solcher einfacher Häutchen erhalten kann.

Die Vertheilung und die Verhältnisse des subarachnoidalen Gewebes an den Hemisphären des Gehirns sind auch bei der Beschreibung der subarachnoidalen Räume besprochen. Hier mag deswegen nur erwähnt werden, dass die freien Balken, wo sie vorkommen, den oben geschilderten Bau haben, dass sie meistens zu Netzen zusammentreten, die sehr dichtmaschig, besonders in den Furchen, sein können; ferner dass die Häutchen, welche die Räume und Gänge abgrenzen, nur selten stark durchlöchert, gewöhnlich aber in grosser Ausdehnung vollständig, nur spärlich mit Oeffnungen versehen sind; diese Häutchen enthalten im Allgemeinen ziemlich spärliche, in den verschiedensten Richtungen verlaufende Balken; ihre Kerne, die mehr einzeln oder auch in ganzen Nestern beisammenliegen (Taf. XII Fig. 4), deuten oft eine doppelseitige Bekleidung von Zellen an; es gelang uns aber nicht, eine Färbung der Zellencontouren durch Silbersalpeter hier zu erhalten; um die Kerne liegt wie gewöhnlich eine Körnerzone, die bald sehr spärlich ist, bald aber sehr reichlich vorkommt und sogar (wie in der Fig. 3 Taf. XIII) durch Ausläufer und Verzweigungen mit denjenigen der angrenzenden Zellen zusammenhängt, ja sie können wandernden protoplasmatischen Zellen nicht unähnlich sein; die grösseren glänzenden Kugeln kommen besonders in der Umgebung der Kerne vor, einzelne sind aber auch oft über das ganze Häutchen zerstreut.

Ueber das Verhalten der Blutgefässe zu dem subarachnoidalen Gewebe sind schon oben S. 134 die mehr makroskopischen Umstände angeführt worden. Es kommen eigentlich zwei Zustände in Betracht. Entweder sind die Gefässe in Balkennetzen frei aufgehängt, oder sie sind eng an Häutchen befestigt, laufen zuweilen scheinbar in denselben. In Balkennetzen aufgehängt sind die Gefässe in den Subarachnoidalspatien, Cisternen und Furchen. In den letztgenannten laufen die grösseren Gefässe im Allgemeinen mehr frei in weiten Canälen oder Gängen; man findet sie also am Querschnitt von einem sie vollständig umfassenden offenen und weiten Raum umgeben, nur hie und da durch Balken oder durchbrochene Häutchen an den Wänden derselben befestigt. An anderen Stellen sind solche aber an mehreren Seiten (Taf. V Fig. 3, 4) an der Gefässwand anhaftend, zuweilen laufen sie von allen Seiten her dicht um das Gefäss herum. Immer gehen sie aber in ein das Gefäss umspinnendes Netz über, das mehr oder weniger vollständig eine Art von Scheide um die eigentliche Gefässwand (d. h. die Tunica media) bildet; die Gefässe besitzen nämlich in den Subarachnoidalräumen keine eigentliche scharf abgegrenzte Adventitia; man kann deswegen zuweilen als solche sogar das ganze Subarachnoidalgewebe auffassen. Hie und da sieht man um die Blutgefässe eine mehr oder weniger vollständige Schicht von Zellen, die zuweilen denselben inniger anliegt, zuweilen von ihnen mehr absteht. Bei Embryonen findet man sogar die Blutgefässe der weichen Gehirnhaut oft von einer weiten zusammenhängenden Zellenscheide umgeben (Taf. XVII Fig. 10).

In den subarachnoidalen Gängen der Grosshirnhemisphären sind die feineren und besonders die feinsten Gefässe mehr oder weniger dicht an die die Wände bildenden Häutchen durch überbrückende feine Häutchen angeheftet. Im letzteren Falle hat es oft den Anschein, als ob das Gefäss in der eigentlichen Wand der subarachnoidalen Räume verlief. Schon oben wurde angeführt, dass kein eigentlicher Unterschied zwischen den subarachnoidalen Räumen, in welchen Blutgefässe verlaufen und den, wo sie nicht vorkommen, vorhanden ist, dass sie im Gegentheil von ganz derselben

Art und Bedeutung sind. Hier mag betont werden, dass in histologischer Beziehung ein Unterschied ebensowenig vorkommt.

In der Umgebung der Nervenwurzeln an der Basis des Gehirns sieht man hie und da anastomosirende Nervenfasern in Häutchen verlaufen. Dann werden sie (Taf. XIII Fig. 4) gewöhnlich von Bindegewebsfasern begleitet, so dass es den Anschein hat, als ob diese die Nervenfasern schützen sollten. Andernfalls laufen, wie oben bemerkt ist, Nervenfaserbündel in freien Subarachnoidalbalken (Taf. XIII Fig. 5).

Das Verhalten des subarachnoidalen Gewebes zu den Arachnoidalzotten und zu den abgehenden Nerven wird unten bei den bezüglichen Capiteln berücksichtigt werden.

Specielle Histologie der Pia mater.

Historischer Rückblick.

Der feinere Bau der Pia mater scheint nicht oft Gegenstand für Untersuchungen gewesen zu sein. Die ältesten näheren Angaben darüber rühren von Keuffel her. Er beschreibt sie am Rückenmark als zwar nicht so dick wie die Dura, aber ihrer Textur nach eben so solide und compact; er fand die Längenfibern in ihr überwiegend; die von anderen Verfassern beschriebenen Querfasern sollen nach ihm nicht vorhanden sein; ihre äussere Oberfläche sei glatt und nur durch einzelne kleine Gefässe und Fasern mit der Arachnoidea verbunden. Mehrere Blutgefässe, die nur durch kurzes Zellgewebe an sie angeheftet sind, kriechen auf ihr, theilen sich in sehr feinen Aestchen, durchdringen sie dann und gehen in das Mark ein. Von der inneren Oberfläche der Pia entspringt eine zahllose Menge feiner Fäserchen, die bis zum Inneren des Markes eindringen. Nach Henle's älteren Angaben ist die Pia mater aus einzelnen Bündeln locker gewebt und nähert sich dem formlosen Bindegewebe; sie hängt durch Gefässe unzertrennlich mit dem Gehirn zusammen. Nach Kölliker enthält die Pia spinalis meist gewöhnliches Bindegewebe mit gerade verlaufenden, nicht anastomosirenden Bündeln; ziemlich viele Kerne, oft von linienförmiger Gestalt und spärliche Kernfasern fand er in ihr. Die Gefässfortsätze im Mark enthalten nach ihm fast nichts als Gefässe; hie und da finden sich in der Pia Pigmentzellen. Die Pia cerebri enthält so viele Gefässe, dass stellenweise das Bindegewebe in den Hintergrund tritt. Dasselbe ist selten, wie am Rückenmark, deutlich faserig, meist mehr homogen, mit spärlichen Kernen und ohne Kernfasern. Hie und da enthält sie auch netzförmiges Bindegewebe mit oder ohne Kernfasern. Spindelförmige Pigmentzellen finden sich an gewissen Stellen (Medulla, Pons). Lymphgefässe konnte er weder in den Adergeflechten noch in der Pia finden. Nerven fand er in der Pia, sowie auch in den Balken, die zwischen ihr und der Arachnoidea laufen. Nach Lenhossék besteht die Pia spinalis aus vollkommen ausgebildeten und nicht formlosen Bindegewebsfasern, deren »bekannte Wellenverlaufsweise» eine Längsrichtung zeigt, die nie aber gestreckt verlaufen; nirgends findet sich auf ihr eine Epithelialschicht. Sowohl an der äusseren wie auch inneren Fläche kommen elastische Fasern vor; sie bilden an der äusseren sogar ein ziemlich regelmässiges Netz mit mehr oder weniger rhomboidalen Maschen. Er beschrieb ausführlicher die schon von Purkinje

entdeckten Nerven der Pia und fand sogar zerstreute Ganglienzellen in ihr. BIDDER sah eine grosse Menge zarter Fäserchen, die von der Pia mater zum Rückenmark übergehen; die Bindesubstanz der weissen Substanz des Rückenmarks steht nach ihm in ununterbrochenem Zusammenhang mit dieser Haut. BERGMANN beschrieb am Kleinhirn neugeborener Kätzchen zwischen der Rinde und der Pia mater eine helle von zahllosen, zarten Fäserchen bestehende Schicht, die ins Gehirn eindringen. Nach HESS entspringen diese Fasern von der Pia selbst. F. E. SCHULZE sowie DEITERS gaben dann eine genauere Beschreibung dieser Fasern. Nach dem letzteren Verfasser stehe die Pia und die Rinde der Centralorgane auch anderwärts in histologischem Zusammenhang. Nach HIS finde sich, wie oben mehrmals erwähnt wurde, ein Zwischenraum zwischen Pia und der Hirnoberfläche, ein epicerebraler Raum, welcher einerseits mit seinen um die Blutgefässe des Gehirns, ausserhalb der Adventitia, befindlichen perivasculären Räumen, anderseits durch Oeffnungen in der Pia rings um die Blutgefässe mit den, von den subarachnoidalen Räumen abgesperrten, die Blutgefässe in der weichen Haut umscheidenden »Mantelröhren» in Verbindung stehen sollten. Er betrachtete dies ganze System als zu dem Lymphgefäss-system gehörend. Am Rückenmark, sagt er, seien ähnliche Verhältnisse vorhanden, nur dass der zwischen Pia und Rückenmarksoberfläche befindliche Raum mit Mantelröhren in der weichen Haut nicht in Verbindung gefunden wurde. Nach FROMMANN besteht die Pia mater spinalis aus zwei deutlich getrennten Schichten, eine äussere aus längsgehenden, eine innere aus quergehenden Fasern. Die Fasern der äusseren Schicht sind dicht neben einander gelagert, bestehen aus fibrillärem Bindegewebe, verlaufen wellenförmig und durchkreuzen einander vielfach: in der äussersten und innersten Lage finden sich häufig elastische Fasern. Die innere quergehende Schicht besteht aus stark glänzenden Fascikeln elastischen Gewebes und zwar meist aus breiten, mächtigen Balken und Platten; diese kreuzen sich unter spitzen Winkeln; nicht selten wechseln Lagen der longitudinalen und queren Schichten. Die Piafortsätze der Fissuren sind Dupplicaturen der inneren Schicht; sie bestehen aus elastischen Fasern, Balken und Platten, deren Interstitien durch feinere elastische Fasern oder fibrilläres Bindegewebe ausgefüllt sind. Zuerst nahm er keine andere histologische Verbindung zwischen Pia und Rindenschicht an als die zahlreichen, überspringenden, Blutgefässe führenden Fortsätze; später sagt er aber, davon sich überzeugt zu haben, dass ausserdem wirklich diese beiden Bildungen verbindende Fäserchen vorhanden sind. HENLE und MERKEL beschreiben die innerste Schicht der Pia spinalis, welche mit den äusseren aus Bündeln paralleler wellenförmiger Fibrillen gewebten Lagen nur locker zusammenhängt, als aus einem Filz von Fasern zusammengesetzt, welche vorwiegend quer, doch auch schräg und selbst vertical verlaufen, sich verästeln und kreuzen, ohne jedoch regelmässig zu anastomosiren; sie könnten für elastisches Gewebe gehalten werden, wenn sie nicht durch ihre chemischen Eigenschaften und ihre Entwicklung (aus Zellen) ihre Verwandschaft mit dem Bindegewebe bekundeten. Von dieser Schicht aus dringt eine Menge von Fasern in die Rinde des Rückenmarks hinein; die Bindegewebsinvasion ist indessen je nach den Gattungen verschieden; sie ist beim Menschen gering. Am Kleinhirn ist es nach HENLE und MERKEL sehr wahrscheinlich, dass die Bergmann'schen Fasern durch Vereinigung der feinen Fasern in der Grenzmembran der Pia entstehen; auch von den in die Hirnsubstanz eindringenden Gefässen gehen stiftförmige Fasern aus. Zwischen der Pia und der Rinde existirt ein von den Bergmann'schen Fasern durchzogener Lymphraum. Die Pia des Grosshirns ist der des Rückenmarks ähnlicher gebaut, indem auch hier Fäden in die Rinde in verschiedener Anordnung eindringen. Wie oben angeführt worden ist, zeigten wir, dass die Pia mit den ins Gehirn eindringenden Blutgefässen trichterförmige Verlängerungen einsendet, welche als Adventitialscheiden sich fortsetzen; ferner dass die innerhalb dieser Scheiden befindlichen Räume seröse Bahnen bilden, welche in offener Verbindung mit sämmtlichen Subarachnoidalräumen stehen; ein Zusammenhang zwischen diesem Raumsystem und dem Epicerebralraum, dessen natürliche Existenz wir übrigens bezweifelten, sei nicht vorhanden. Ueber unsere Angaben betreffs der Verhältnisse im Inneren des Gehirns und Rückenmarks s. f. unten. Unabhängig von uns kam dann GOLGI zu Resultaten, welche mit den eben angegebenen unsrigen in mehrfacher Hinsicht übereinstimmten; er leugnete nämlich das natürliche Vorhandensein der epicerebralen Lacunen und liess die innerhalb der Adventitia der Hirngefässe befindlichen Räume direct mit Lymphscheiden in der weichen Haut zusammenhängen. An der Hirnoberfläche, unmittelbar an der Pia selbst, fand er aber ein eigenes Faserstratum aus ovalen oder sternförmigen, selten anastomosirenden Zellen mit sehr langen, sehr feinen und niemals verästelten Fortsätzen gebildet. Am Kleinhirn wird nach GOLGI der Abschluss gegen die Pia von einer einfachen Schicht abgeplatteter Zellen mit zahlreichen feinen Fortsätzen gebildet, die in die Rinde eindringen und den Radialfasern entsprechen. BOLL kam dann auch zu ähnlichen Resultaten, nur dass er die Fortsätze aus pinselförmigen Zellen hervorgehen und im Allgemeinen dasselbe Structurprincip auch für die Oberfläche des Grosshirns und des Rückenmarks gelten liess. Wir gaben dann eine ausführlichere Schilderung vom Bau der Pia spinalis, ihrer verschiedenen Schichten, ihrer Intima und den,

denjenigen des Gehirns analogen, trichterförmigen Einsenkungen mit den Blutgefässen u. s. w. Da aber diese Schilderung vollständig mit unseren jetzigen Ansichten übereinstimmen, brauchen wir sie hier nicht zu referiren, sondern können zu der vorliegenden Darstellung sogleich übergehen.

Histologische Beschreibung.

Am Rückenmark ist die Pia oder der dasselbe am nächsten umgebende Bindegewebsüberzug, wie bekannt, viel kräftiger entwickelt als die entsprechende Schicht am Gehirn.

Wir haben schon oben erwähnt, dass am Rückenmark subarachnoidale Häutchen und Balken sich an der Pia fast an jedem Ort mehr oder weniger reichlich befestigen; ebenso haben wir erwähnt, dass auch da, wo solche nicht frei in den Subarachnoidalräumen zwischen den beiden Membranen verlaufen, die Pia doch um das Rückenmark herum von subarachnoidalen Häutchen und Balkennetzen (epipiales Gewebe) umsponnen ist, an welchen die grösseren Gefässe angeheftet liegen und welche mit einer Pincette auch an der Vorderseite mehr oder weniger von der Pia abgehoben werden können. Von diesen Häutchen, Balken und Balkennetzen gehen dann reichlich die Balken in die Pia hinein, und die Grenze ist dann oft schwer zu bestimmen; doch markiren sich, als die Pia selbst ausmachend, mehr oder weniger deutlich zwei Lagen (Taf. XVI Fig. 1 und Fig. 2), von welchen die innere bei allen von uns näher untersuchten Säugethieren sich ziemlich gleich bleibt, während die äussere sehr an Mächtigkeit wechselt. Die äussere wird von longitudinal und ziemlich parallel verlaufenden, mehr oder weniger groben, fibrillären Bindegewebsbündeln und dünnen fibrillären Häutchen gebildet. Diese Schicht ist bei gewissen Thieren, wie z. B. beim Kaninchen, äusserst dünn, ja sie kann stellenweise oft fehlen. Die innere Lage (Fig. 1—2, 4—10) aber, welche die für die Pia wesentlichste ist und nie vermisst wird, ist eine äusserst dünne, feste Haut, welche dicht auf dem Rückenmark selbst liegt, welche aber doch von demselben leicht abgetrennt werden kann. Wir haben diese Haut die Intima piæ genannt. Wenden wir uns zuerst zur äusseren längsgehenden Faserschicht, so finden wir sie, von allen den von uns untersuchten Thieren am stärksten entwickelt beim Menschen. Sie ist aber verschieden stark entwickelt in verschiedenen Theilen; besonders kräftig ist sie in den Seitentheilen in der Nähe des Ligamentum denticulatum, wo man die Balken in länglichen Vierecken sich kreuzend findet, während sie sonst im Allgemeinen mehr parallel oder in häutigen Ausbreitungen in einer oder mehreren Schichten verlaufen. In Holzessig oder Essigsäure schwillt die fibrilläre Lage ungeheuer. Beim Hunde (Fig. 1 *a*, 2 *a*, 3) ist sie weniger kräftig, als beim Menschen, und wird in grösseren oder kleineren Strecken ganz und gar vermisst, aber im Verhältniss zu den anderen von uns untersuchten Thieren ist sie doch bei den Hunden kräftig; bei der Katze ist sie weniger mächtig, beim Kaninchen äusserst dünn und fehlt an mehreren Orten in grosser Ausdehnung. Um ihren Bau zu veranschaulichen verweisen wir auf Fig. 3, welche eben vom Hunde herrührt und einen guten Typus ausmachen kann; die äussere, gegen den Subarachnoidalraum hin liegende Fläche ist nach oben gewandt. Man findet sie überzogen von einem äusserst dünnen, schwach körnigen Häutchen, mit zerstreuten Kernen, die nach Färbung mit Goldchlorid und Anilin sich von einer gefärbten, dünnen, körnigen Zone umgeben zeigen, welche letztere diffus in der Umgebung aufhört (das Häutchen fehlt links). Das geschilderte Häutchen spannt sich über die unterliegenden Balken und über die Zwischenräume zwischen ihnen aus. Es ist hier zu bemerken, dass diese Balken in dem Präparat, von welchem die Zeichnung genommen ist, durch die Behandlungsmethode (Goldchlorid) bedeutend angeschwollen waren. In Ueberosmiumsäure untersucht, zeigen sie sich dünn und platt (Fig. 1 *a*, 2 *a*). Ehe wir die Balken näher besprechen, müssen wir indessen das überziehende Zellenhäutchen etwas eingehender beschreiben, in welchem wir leicht eine Bildung erkennen, die derjenigen von uns oben aus der Arachnoidea und dem Subarachnoidalgewebe geschilderten ähnlich ist. Wir haben auch zu wiederholten Malen an ihm durch Silberfärbung die schönste und vollständigste Endothelzeichnung von länglichen Maschen (Taf. XVII Fig. 8, 9) erhalten, welche derjenigen der arachnoidalen

Zellenhäutchen ähnelt. Wir begegnen hier einer sehr interessanten Erscheinung, nämlich dem elastischen Fasernetz, welches in inniger Verbindung mit dem Zellenhäutchen sich deutlich, so zu sagen an der unteren Fläche des Endothelhäutchens ausbreitet. Es bekleidet augenscheinlich nicht die unterliegenden Bindegewebsbalken, sondern gehört dem Flächenhäutchen selbst an und kann mit ihm abgelöst werden. Andererseits kann das Zellenhäutchen leicht zerstört werden und das elastische Netzwerk allein zurück bleiben, entweder frei oder mit Resten des Zellenhäutchens, welche schwerlich ihren Ursprung erkennen lassen, wenn man nicht deutliche Uebergangsstellen erhält. Ueberhaupt entzieht sich das Zellenhäutchen selbst äusserst leicht der Beobachtung, und man bedarf einer scharfen Flächeneinstellung, um es zu sehen; bei den früher mehr allgemein gebräuchlichen Untersuchungsmethoden konnte es schwerlich gut erhalten werden. Bei Anschwellung der Bündel findet man es nicht immer über die Zwischenräume gespannt, wie im vorliegenden Präparat (Taf. XVI Fig. 3), sondern oft zwischen ihnen sich einsenkend, wodurch viele missleitende Bilder entstehen können. Wenden wir uns jetzt zu den darunter liegenden longitudinalen Bindegewebsbündeln, so sehen wir an ihnen in der eben angeführten Figur Kerne und Zellen, welche gewissermassen den gewöhnlich abgebildeten Bindegewebskörpern ähnlich sind. Es gelingt indessen recht oft zu sehen, wie auch diese Zellen eine häutige Ausbreitung haben und mehr oder weniger vollständige Scheiden um die Bündel bilden; oft sieht man um die Kerne Protoplasma, welches sich auch verzweigt ausbreiten kann.

Beim Menschen ist das fibrilläre Stratum im Allgemeinen sehr dick und deswegen schwieriger zu untersuchen; man bekommt an Flächenpräparaten nicht hinreichend durchsichtige Bilder; wenn man aber die verschiedenen Strata von einander zu isoliren versucht, wird die natürliche Anordnung verwischt und verworren, die Zellenhäutchen zerspringen u. s. w. Doch gelingt es zu constatiren, dass auch für den Menschen der oben beschriebene Bau geltend ist. An Querschnitten, besonders von den mit Holzessig behandelten Rückenmarken, findet man denselben auch deutlich ausgedruckt.

Die Zusammensetzung des äusseren Pia-gewebes unterliegt indessen, wie oben angedeutet wurde, nicht nur bei verschiedenen Thierarten, sondern auch an verschiedenen Gegenden desselben Rückenmarks, nicht unbedeutenden Wechselungen. Unterhalb der äusseren Schicht findet man nämlich andere Schichten zwischen ihr und der inneren Schicht. So kann z. B. beim Hunde in der Halsregion folgende Schichten der Pia gefunden werden. Aeusserst liegt eine dicke, längsgehende, wellenförmige, fibrilläre Schicht, darunter eine Schicht spärlicher, quergehender, ziemlich dicker, steifer Balken, darunter Blutgefässe mit sparsamen Maschen, darunter ein, so viel man sehen konnte, zusammenhängendes, hie und da mehrschichtiges Plattenendothel mit rundlich ovalen Kernen, darunter wieder eine dünne Schicht längsgehender, wellenförmiger, feiner Fasern und endlich am Innersten die innere Piaschicht. Dies mag als Beispiel der Wechselungen von der Zusammensetzung der äusseren Schicht der Pia spinalis genügen. Immer sind es indessen dieselben Elemente, aus denen diese Schicht gebildet wird. Nur die Zahl der zusammenfügenden Schichten wechseln an verschiedenen Stellen. Dies ins Einzelne topographisch zu besprechen, würde, besonders der individuellen Variationen wegen, gewiss von wenig Nutzen sein. Der geschilderte Grundtypus ist indessen auch für die Bindegewebsfrage von rein wissenschaftlichem Interesse.

Nach der oben bei der Darstellung der allgemeinen Histologie des Subarachnoidalgewebes gegebenen Beschreibung vom Uebergang der Balken in Häutchen mag es leicht sein zu verstehen, wie die Subarachnoidalbalken auch in das letztgeschilderte, äussere Stratum der Pia übergehen. Der Uebergang geschieht auch hier in derselben Weise, und wir halten es daher für überflüssig auf die Einzelheiten weiter einzugehen.

In Zusammenhang mit der äusseren Pialage wollen wir aber den feineren Bau des L i g a m e n t u m d e n t i c u l a t u m, welches mit dieser Lage in inniger Verbindung steht, besprechen. Oben erwähnten wir einige seiner makroskopischen Verhältnisse. Die Verfasser geben von seinem Bau gewöhnlich nur die kurze Erklärung, dass es ganz wie die Dura mater gebaut ist; dies ist aber insofern unrichtig, als das Ligament bei mikroskopischer Untersuchung, ja auch bei kleinen Vergrösserungen, sich nicht als eine zusammenhängende Membran zeigt, sondern durch und durch cribrirt ist und aus gröberen und feineren Bindegewebsbalken besteht, welche mit freien Zwischenräumen netzförmig miteinander sich verbinden (Taf. XIX Fig. 1 *a*, 2). Sie liegen in mehreren Schichten, welche untereinander Bindegewebsbündel austauschen. Die Balken verlaufen meist schief rautenförmig, wie die Schenkel eines sogenannten Bauerfängers, und das Ligament erhält hierdurch eine grosse Dehnbarkeit. Die Balken sind von Zellenscheiden umgeben (Taf. XIX Fig. 3), welche hie und da sich zu Membranen in den Lücken zwischen den Bündeln ausspannen, und wir finden also auch hier die gleichen Verhältnisse für das Bindegewebe, wie wir oben geschildert haben. Einerseits gehen nun die Bündel am Rückenmark in die äussere longitudinale Pialage, sich darin ausbreitend, über,

anderseits sammeln sie sich am freien Rande zu dem gröberen Randstrang, welchen wir oben geschildert haben und von welchem die von Balken gebauten Zacken auslaufen, eine räumliche trichterförmige Hülle von der Arachnoidea selbst erhaltend (Taf. XIX Fig. 1) und mit dieser durch den Subduralraum direct in die Bindegewebsbündel und Lamellen der Dura übergehend.

Wenden wir uns jetzt zur Pia zurück, so bleibt uns noch die hauptsächlichste oder innere Lage derselben, Intima piæ, zu schildern. Sie besteht, wie gesagt, aus einer sehr dünnen, gut begrenzten Haut von einem eigenthümlichen, aber sehr interessanten Bau. Durch sorgfältige Präparation kann man diese Haut von dem eben beschriebenen, ausserhalb ihr liegenden, longitudinalen Stratum isoliren. Vom Rückenmark trennt sie sich leicht ab, ja beinahe zu leicht, weshalb es gar schwer ist, feine Querschnitte von Pia und Rückenmark in beibehaltener Lage zu erhalten. Die innere am Rückenmark liegende Fläche findet man nach Abtrennung glatt und eben, nur mit zahlreichen, wie ein Wald hervorschiessenden Blutgefässen besetzt, welche vom Rückenmark herausgezogen und der Haut gefolgt sind. Um den Bau der Intima piæ zu veranschaulichen, verweisen wir auf die Taf. XVI Fig. 1—2, 4—10). Die Fig. 5 giebt ein Osmiumpräparat vom Hunde wieder, mit der Aussenseite der fraglichen Haut nach oben; man findet an dieser Figur zuerst wieder eine Häutchenzellenschicht von den hier oben so oft geschilderten Eigenschaften, zerstreute Kerne und um sie herum eine dünne protoplasmatische Zone, welche diffus in das schwachkörnige Häutchen übergeht. Unter und in Zusammenhang mit demselben findet sich ein elastisches Netz mit äusserst feinen und im Allgemeinen vorzugsweise longitudinal verlaufenden Fasern. Links in der Figur sieht man, wie das Zellenhäutchen selbst zerstört ist und man findet nur einzelne Reste aus Kernen mit einigen herumliegenden Körnern bestehend, hier tritt aber um so deutlicher das elastische Fasernetz hervor. Bei ganz genauer Betrachtung sieht man zwischen diesen Fasern einen äusserst dünnen, die Unterlage bedeckenden Anflug. Es scheint, als ob die Fasern von einer ausserordentlich feinen Schicht zusammengehalten werden, welche zusammen mit den elastischen Fasern von der unteren Fläche der Zellen sich differenzirt und mehr Resistenz erhalten haben mag, woher sie mit den erwähnten Fasern zurückbleiben kann, nachdem die Zellen sonst weggefallen sind. Wir haben ein ganz ähnliches Verhältniss an mehreren anderen Orten gefunden: dass nämlich nach dem Wegfallen der Zellen einer Endothelzellenhaut ein äusserst dünnes, fast homogenes Häutchen, mit einem elastischen Netz zurückbleibt. Unter dem beschriebenen Häutchen verlaufen Fasern besonderer Art. Diese letzteren haben einen eigenthümlichen starken Glanz, gehen in hauptsächlich circulärer Richtung, in der Regel einander in rautenförmiger Anordnung kreuzend und sind besonders steif, nie gewunden (Taf. XVI Fig. 5, 7, 10; Taf. XVII Fig. 3, 4); wenn sie gebogen werden, wird die Biegung in der Regel sehr steil, als wenn man ein Schilfrohr biegt. Sie zeigen sich aus äussert feinen Fibrillen zusammengesetzt und verzweigen sich gewöhnlich mit spitzigen Winkeln; angrenzende Bündel tauschen Fibrillen aus, welche in schiefer Richtung gehen und in dieser Weise rhombische Maschen bilden; oft sieht man sie sich fächerförmig ausbreiten, sich in kleinere Bündel oder in die äusserst feinen Fibrillen auflösend, welche dann mannigfach einander kreuzen. Wie wir erwähnten, verlaufen sie zum allergrössten Theil circulär, aber eine oder andere sieht man in mehr schiefer, ja bisweilen mehr longitudinaler Richtung gehen; bisweilen liegen sie einander nahe in grösserer Ausdehnung, so dass sie mehr oder weniger breite platte Bänder bilden. Sie zeigen bei chemischen Reactionen Uebereinstimmung mit Bindegewebsfibrillen, nicht mit elastischen Elementen. Diese Fasern, welche dem mittelsten Stratum der Intima piæ angehören, werden dann an ihrer Innenseite überzogen und von der Rückenmarksfläche getrennt durch ein äusserst dünnes Häutchen, ähnlich dem, welches die Begrenzung der Intima nach aussen bildet. Betrachtet man die innere Fläche der Pia bei scharfer Einstellung (Taf. XVI Fig. 10), so sieht man, dass dieses Häutchen die steifen Circulärfasern bedeckt und als eine dünne Schicht mit zerstreuten, feinen Körnern hervortritt. Daneben finden sich auch hier, aber bei weitem nicht immer, ovale Kerne in gewissen Entfernungen, und um diese Kerne sieht man besonders nach Färbung in Goldchlorid eine feine, mehr protoplasmatische Zone, welche die Kerne umhüllt; die Begrenzung dieser Zone ist gewöhnlich diffus, und davon gehen oft strahlenförmige Ausläufer, welche auch einen diffusen Rand haben, über das Häutchen hinaus. Bei den Kaninchen (Taf. XVI Fig. 6) ist es am leichtesten gelungen, diese Zellen an der Innenseite zu sehen; ebenso treten sie gut bei neugeborenen Thieren hervor, wo sie eine stärkere körnige Umgebung haben, wie auch das ganze Häutchen mehr körnig ist (Fig. 10). Es scheint, als ob die Kerne, bei Abtrennung der Haut vom Rückenmark, bei älteren Individuen sich leicht ablösten, warum man sie gewöhnlich nur an zerstreuten Stellen beibehalten findet. Am besten bekommt man sie nach unserer Erfahrung bei Behandlung des frischen Rückenmarks mit Goldchlorid, weniger vollständig bei Osmiumbehandlung oder durch andere Präparationsmethoden

zu sehen. Unmittelbar in und unter dem geschilderten Häutchen und anscheinend mit demselben in Zusammenhang, erhält man ganz wie am äusseren Zellenhäutchen der Intima ein elastisches Netz mit länglichen Maschen, in der Regel in Längenrichtung gehend und also die steifen Circulärfasern kreuzend. Dieses Netz sieht man in der einen Ecke der Fig. 5 bei *d*. Es tritt nicht immer ohne Behandlung mit besonderen Reagentien hervor. In Fig. 10, welche die Intima einer jungen Katze wiedergiebt, wo sie mehr körnig und protoplasmatisch ist, tritt es nicht hervor. Bisweilen scheint dieses elastische Fasernetz wirklich zu fehlen oder äusserst unvollständig entwickelt zu sein, so dass seine Fasern nur angedeutet, nicht scharf differenzirt sind.

Fasst man jetzt das von der Intima piæ Gesagte zusammen, so findet man, dass sie aus drei Schichten besteht, nämlich einem äusseren, begrenzenden Zellenhäutchen, mit einem elastischen, longitudinalen Netzwerk, einer Mittelschicht mit den steifen, im Allgemeinen rautenförmig angeordneten, circulären Fasern und einem inneren, dünnen, nach dem Rückenmark hin abschliessenden Zellenhäutchen, ebenfalls mit einem feinen elastischen Netz nach der circulären Schicht zu. Diese drei Schichten liegen einander sehr innig an und schmelzen zu dem dünnen Häutchen zusammen. An gewissen Orten der menschlichen Pia, besonders an der Medulla oblongata und nicht selten an der Hirnbasis, sowie noch viel verbreiteter am Gehirn mancher Säugethiere, kommen in ihr Pigmentzellen vor. Es ist oft schwer zu sehen, wie diese Zellen liegen. An gelungenen Präparaten erkennt man indessen am optischen Querschnitt, dass diese Zellen an der Aussenseite der innersten Schicht der Intima piæ, zwischen dieser und dem circulären Faserstratum, liegen; sie sind also durch die erwähnte Intimaschicht von der Hirn-, resp. Rückenmarksoberfläche getrennt. Die Fig. 7 der Taf. XVII stellt ein solches Präparat dar.

Die also geschilderte Intima piæ liegt nun dicht an der Fläche des Rückenmarks und ist mit einer dünnen Flächenschicht von Neuroglia leicht vereinigt, aber doch so innig, dass kein freier Zwischenraum (His, Epimedullarraum) hier vorhanden ist, soweit wir finden konnten. Die Neuroglia befestigt sich, ohne Modification ihres Gewebes zu erleiden, an der gegen sie übrigens scharf und gut als Haut begrenzten Intima piæ, und die steifen Fasern der Mittelschicht treten keineswegs in die Neuroglia hinein. Die Intima piæ verhält sich, wie schon oben angeführt ist, zu den in das Rückenmark eingehenden Blutgefässen in einer sehr interessanten Weise, nämlich so, dass die Pia mit den Gefässen trichterförmige Verlängerungen bildet, welche sich als Scheiden um die Gefässe fortsetzen. In der Taf. XVII Fig. 2—4 haben wir aus dem Rückenmark solche Trichter und Scheiden abgebildet. Es ist die Intima piæ, von welcher sie gebildet werden. Sie sind, wie wir in Fig. 2, welche ein in Zusammenhang mit der Pia vom Rückenmark herausgezogenes Gefäss wiedergiebt, sehen können, sehr geräumig, besonders in ihrem Anfang, wobei sie am Abgang der Gefässzweige oft eine grosse Ausbreitung haben. Oft kann man in dieser Weise isolirte Gefässe weit in ihre Verzweigungen, überall von Scheiden umgeben, isolirt erhalten. Die Trichter erfüllen in ihrer natürlichen Lage vollkommen die trichterförmigen Oeffnungen, welche man an der Fläche des Markes, in die Gefässcanäle hineinleitend findet, nachdem die Gefässe entfernt sind. In Fig. 3 sieht man einen solchen Piatrichter von oben, mit seiner grossen, rundlichen Oeffnung a, in welche das Gefäss eintaucht. Die steifen Fasern der Circulärschicht der Intima verhalten sich zu den Trichtern und Scheiden in einer eigenthümlichen Weise, wie man an den angeführten Figuren finden kann. Sie laufen mit dem Trichter und der Scheide ebenso steif und gerade, wie in der Pia selbst, trennen sich aber im Allgemeinen etwas von dem inneren Zellenhäutchen und legen sich dicht an die Wände des Gefässes, oft dasselbe mit ihren Zweigen überkreuzend, wie Fig. 2 zeigt. Diese zahlreichen Trichter oder Piaverlängerungen mit ihren in das Rückenmark eintretenden Gefässen, tragen in hohem Grade zur Befestigung der Pia an der Spinalfläche bei. An der Fläche einer abgetrennten Pia sieht man sie alle von demselben Bau als feine Zotten flottiren, wenn die Haut in einer Flüssigkeit liegt.

In die Fissuren des Rückenmarks senkt sich nicht nur die Intima piæ, sondern auch Balken und Häutchen vom äusseren longitudinalen Piastratum, welche also in den Fissuren den mittleren Theil der Piaverlängerungen bilden und die Blutgefässe zwischen sich enthalten. An jeder Seite sind diese Septa nach dem Rückenmarke hin von der Intima piæ begrenzt, welche, wo Gefässe abgehen, um an den Seiten der Fissuren in das Rückenmark einzudringen, ganz wie an der Oberfläche, Trichter und Scheiden mitsendet.

Die feineren Blutgefässe der Pia spinalis laufen, nachdem sie das äussere fibrilläre Stratum durchdrungen haben, wobei ihre Endothelialscheide in die Zellenbekleidung dieses Stratum übergeht (Taf. XVII Fig. 9), in der Regel zwischen diesem und der inneren Schicht (Taf. XVI Fig. 2 *b*), sich in gewöhnlicher Weise verzweigend und anastomosirend und kleinere Aeste zum Rückenmark abgebend. An ihnen sieht man eine Art Scheide endothelialer Zellen (Taf. XVI Fig. 2 *b*); bald steht diese Scheide von der Gefässwand mehr ab, einen deutlichen Scheidenraum

um das Gefäss zeigend, bald liegt sie ihr mehr dicht an. Gewöhnlich sieht man ihre Zellen mit der äusseren Zellenschicht der Intima piæ zusammenhängen.

Die Ausbreitung der Nerven in der Pia spinalis haben wir besonders beim Hunde und bei der Katze studirt. Sie laufen im äusseren fibrillären Stratum, bilden ein ziemlich dichtes Netz mit meist in der Längenrichtung des Rückenmarks gehenden, langgezogenen Maschen und kommen in der Hals- sowohl als in der Dorsal- und sogar der Lendenregion vor, und zwar in den vorderen sowohl als in den seitlichen und hinteren Partien. Sie bilden bald etwas dickere Bündel von einer grösseren Anzahl Fasern zusammengesetzt, bald gehen, und dies ist das Gewöhnliche, nur sehr wenige Fasern in ihre Zusammensetzung ein. In der Regel theilen sie sich während ihres Verlaufes und senden Zweige nach den Seiten hin, welche aus einzelnen oder spärlichen Fasern bestehen, und oft nach kürzerem oder längerem Verlaufe anderen Nervenbündeln sich anlegen und dann ihren Weg weiter fortsetzen. Sie laufen entweder in den Bindegewebsbündeln der äusseren Pia-schicht eingeschlossen oder auch in den Spalten zwischen den Bündeln oder sogar hie und da schief über dieselben nach den Seiten hin. Häufig legen sie sich Blutgefässen an und begleiten dieselben auf weite Strecken. Hie und da sieht man sie ihre Myelinscheiden abgeben, um dann als blasse Fasern neben den Blutgefässen oder im Bindegewebe sich dem Blicke zu entziehen.

Bei einer Injection in die Subarachnoidalräume des Rückenmarks füllen sich zuerst diese, das ganze Rückenmark entlang, sowie die des Gehirns, wie wir früher geschildert haben; dann dringt die Masse auch in die äussere, longitudinale Pialage, zwischen ihre von Häutchenzellen überzogenen Balken und Häutchen. Die Intima piæ bildet allein überall eine Barriere zwischen der Masse und dem Rückenmark; in die Fissuren geht die Masse auch auf ganz dieselbe Weise in die eindringenden Piaverlängerungen ein, aber die Intima piæ trennt sie auch hier an den Seiten von dem Rückenmark ab. Durch die oben geschilderten Piatrichter rinnt die Flüssigkeit in die Gefäss-scheiden ein und läuft mit ihnen in das Rückenmark fort (Taf. IX Fig. 2). Wir haben auf diese Weise die Blutgefäss-scheiden ziemlich weit in die Zweige hinein injicirt. Nie geht die Masse zwischen die Intima piæ und das Rückenmark oder zwischen die Gefäss-scheiden und das Rückenmark hinaus; und wir müssen daher das Vorhandensein eines His'schen Epimedullarraumes bezweifeln, sowie wir auch festhalten müssen, dass die seröse Flüssigkeit um die Blutgefässe des Rückenmarks in derartigen, von der Intima piæ herstammenden Gefäss-scheiden, und nicht ausserhalb derselben läuft (hierüber ferner unten bei Beschreibung der Verhältnisse am Gehirn). Es ist auch aus dem Dargestellten klar, dass diese Scheidenräume in Verbindung mit den Subarachnoidalräumen stehen, welche ihrerseits überall um das Rückenmark sowohl als um das Gehirn zusammenhängen. Durch die Scheidenräume wird also der Ablauf der serösen Flüssigkeit vom inneren der Centralorgane vermittelt.

Am Gehirn ist die eigentliche Pia mater fast überall nur eine ganz dünne Haut, eine innere Grenzschicht der gesammten weichen Haut. Sie entspricht im Wesentlichen nur der Intima piæ des Rückenmarks und besteht aus einem einfachen Häutchen, von Endothel bekleidet und steife, glänzende, denjenigen der Intima piæ spinalis ähnliche, sich kreuzende Fasern verschiedener Anzahl enthaltend. Die die subarachnoidalen Gänge begrenzenden Häutchen gehen in die Pia überall über. Die Blutgefässe laufen eine Strecke an der äusseren Fläche der Pia (Taf. XVII Fig. 1), ehe sie in ihre Aestchen sich auflösend in der Gehirnrinde sich verlieren. Diese Blutgefässe sind durch feine Häutchen der Pia innig angeheftet. An Durchschnitten hat es deswegen oft den Anschein, als ob die Gefässe in der Pia selbst verliefen, obgleich sie eigentlich zwischen dieser und einem dicht anliegenden feinen Häutchen liegen. Die Pia folgt der Gehirnoberfläche in allen ihren Windungen und Vertiefungen immer sehr genau, ihr dicht anliegend, sie trennt sich aber von derselben sehr leicht ab; es gelingt deswegen nur durch specielle Methoden Querschnitte von der Gehirnoberfläche mit ihrer in natürlicher Lage anliegender Pia darzustellen; am besten ist dies möglich an gefrorenen Präparaten, wobei man indessen immer die in der Gehirnsubstanz entstehenden Trugbilder berücksichtigen muss; an in Ueberosmiumsäure oder chromsaurem Kali und dann in Alkohol stark erhärteten oder auch etwas getrockneten Präparaten kann man auch hie und da die Pia in natürlicher Position an der Gehirnoberfläche erhalten. Nie findet sich dabei ein Raum zwischen diesen Bildungen, nie ein wirklicher epicerebraler Raum, was besonders für die Präparate aus gefrorenen Gehirnen hervorzuheben ist, da gerade bei dem Erfrieren entweder früher vorhandene Räume erweitert werden oder durch Zersprengen neue künstliche Räume gebildet werden. Auf der anderen Seite sieht man aber keine eigentlich zusammenbindenden Theile, keine aus der Pia in das Gehirn eindringende Fasern, keine eigenthümliche Kittsubstanz o. d. Die Neuroglia der Gehirnoberfläche, an gewissen Stellen feine horizontal verlaufende Nervenfaser-Plexus enthaltend, liegt der Pia dicht und innig an. An der abgelösten Pia findet man oft kleinere Partien der Neuroglia anhaftend, was eben einen näheren Zusammenhang (Adhæsion) dieser Bildungen beweist. Hier, d. h. an

der Hirnoberfläche, konnten wir sonst keine Endothelzellenschicht, kein Stratum von solchen Zellen, die von Golgi und von Boll beschrieben sind, finden. Immer stiess die Neuroglia frei gegen die Pia. An allen Gegenden des Gehirns giebt es aber doch, wie am Rückenmark, eine Bildung, die das Aneinanderliegen der Pia besorgt: es sind dies die aus ihr in die Gehirnrinde eindringenden Blutgefässe. An einer von der Hirnoberfläche abgelösten, flächenhaft ausgebreiteten Pia-partie sieht man die ihr anhaftenden Gefässe ihre Zweige frei aussenden und diese ragen dann als Zotten hie und da zerstreut von der Pia hervor (Taf. XVII Fig. 1). Die Gefässästchen biegen sich nämlich, wenn sie noch in ihrer natürlichen Lage sich befinden, von den Piagefässen ab und treten, in einem rechten Winkel in die Rinde hinein. Hierbei führen sie, wie am Rückenmark, die erwähnte trichterförmige Einsenkung der Pia mit sich. Diese Einsenkung schliesst sich dann der Gefässwand etwas enger an und begleitet als eine deutliche Scheide jedes Gefäss.

Hier müssen wir, bevor wir zur Beschreibung dieser Scheiden übergehen, eine kurze Recapitulation der Geschichte derselben geben.

Die erste Angabe über diese Gefäss-scheiden findet man bei Kölliker [1]). Der Bau der Gefässe des Gehirns, sagt er, ist im Allgemeinen wie anderwärts. Die Arterien dringen noch mit drei Häuten versehen in die Nervensubstanz ein, »doch ist die Adventitia eine zwar resistente, aber dünne, scheinbar ganz homogene Haut». Die Media ist rein muskulös und die Intima nur aus einer zehr zierlichen, elastischen Haut und Epithelzellen gebildet; vor den Capillaren sind nur noch die Adventitia, spärliche, querstehende längliche Zellen mit queren Kernen und ein Epithel da, an welche Gefässe dann bald Capillaren mit structurloser Haut und mehr oder weniger Kernen sich anreihen. Bald danach beschrieb Virchow [2]) in seiner Darstellung von der Erweiterung kleinerer Gefässe die Adventitia der Gefässe des Gehirns. »Die von Kölliker beschriebene Form» (von Ektasien), sagt er, »habe ich bei Hirn-Apoplexien mehrmals gesehen. Die äussere, vollkommen structurlose, hyaline Membran des Gefässes ist in sehr verschiedener Ausdehnung abgehoben, und das Blut in den Zwischenräumen infiltrirt.» »Die Beschaffenheit der Adventitia ist für die Entstehung dieser Extravasate von grosser Bedeutung. Sie ist an den Hirngefässen überall als homogene Schicht vorhanden, die sehr expansibel ist und schon durch einfache Wasser-Imbibition zuweilen in so grossen Säcken abgehoben wird, wie es sonst durch Blut geschieht.» Diese Schicht setzt sich zuweilen auf Gefässe von capillarem Charakter fort. »Auch ist es nicht selten, zwischen der Adventitia und dem Gefäss allerlei Zellenformationen von indifferentem Charakter zu finden, bald einfache, granulirte, rundliche Zellen, die bei Zusatz von Essigsäure meist mehrfache oder gekerbte Kerne zeigen, bald allerlei Umbildungen derselben zu Fettkörnchenzellen und Fettaggregatkugeln.» Dann wurde die fragliche Scheide von Robin [3]) näher beschrieben, als eine eigenthümliche, homogene oder kaum gestreifte Hülle, welche unter der Form einer Tunica adventitia oder externa die Gefässe, auch die Capillaren in allen ihren Theilungen umgiebt. Wie sie aber an den grossen Gefässen aufhört, blieb Robin unentschieden, ebenso auch wie gross die Gefässe, wo sie verschwindet. Der Raum zwischen dieser Hülle und der eigentlichen Gefässwand ist nach ihm mit einer farblosen Flüssigkeit oder mit kugligen Körperchen vom Ansehen der Lymphkörperchen erfüllt.

Dann beschrieb His die von ihm sogenannten perivasculären Räume an den Blutgefässen des Gehirns und Rückenmarks, welche nach aussen von der Adventitia liegen sollten; im Gehirn wären sie nach ihm Lymphgefässe, die in den sog. epicerebralen Raum und von hier aus in die Lymphcanäle der Pia mündeten. Die Existenz dieser perivasculären Räume wurde am Rückenmark von Frommann geleugnet; doch glaubte er, dass am Gehirn andere Verhältnisse obwalten. Kölliker, welcher in Betreff des Epicerebralraums und der Lymphgefässe der Pia sich His anschliesst, hat indessen bezüglich der His'schen perivasculären Räume eine abweichende Ansicht, indem er sie von der Adventitia der Blutgefässe nach aussen begrenzt sein lässt. Roth liess die perivasculären Räume von His durch eigenthümliche Fäserchen durchzogen sein, welche von der Aussenseite der Gefässadventitia mit trichterförmigen Verdickungen ausgehen und im feinen Netzwerke der Neuroglia spurlos verschwinden; so verhält sich nach ihm auch im epicerebralen Lymphraum. Wir zeigten dann, dass die perivasculären Räume von His höchst wahrscheinlich Kunstproducte sind, dass aber die oben erwähnte, oft mantelförmig weite Adventitia der Hirngefässe, durch eigenthümliche trichterförmige Verlängerungen als eine Fortsetzung der Pia gebildet wird und dass die Injection von den Subarachnoidalräumen des Gehirns durch diese Trichter in »die Adventitialscheide» hinabsteigt, dass also diese Scheiden als Lymphscheiden sowie ihre Räume, »die Adventitialräume», als Lymphräume anzusehen sind, eine Darstellung,

[1]) Mikroskopische Anatomie. Bd 2. Erste Hälfte. 1850. [2]) Virchows Archiv. Bd 3. 1851. Die Angaben von Kölliker und Virchow sind hier in extenso angeführt, weil sie in der obigen allgemeinen Historik nicht citirt wurden. [3]) Journal de la Physiologie. T. II. 1859. Robin erwähnt, dass er schon in einer Thèse von Segond (Le Système capillaire sanguin. Paris 1853), welche uns nicht zugänglich ist, sowie in den Comptes rendus et mémoires de la Société de Biologie Paris 1855 seine Ansichten hierüber dargestellt hat.

welche bald danach von uns auch für das Rückenmark gegeben wurde. Eberth, welcher die, die His'schen perivasculären Räume durchziehenden Roth'schen Fäserchen bestätigte und diese Räume mit den Subarachnoidalräumen in Verbindung stehen liess, fand die Adventitia der Blutgefässe, welche nach Silberbehandlung eine Zeichnung bald deutlich polygonaler, bald mehr unregelmässiger Felder ihm ergab, aus einem kernhaltigen Epithel (»Perithel») bestehend. Obersteiner bestätigte die Angaben von His betreffs der perivasculären Lymphräume sowie des epicerebralen Raums am Gehirn; die schon von His beim Rückenmark erwähnten pericellulären Räume um die Ganglienzellen beschrieb er auch am Gehirn und fand sie in Verbindung mit den perivasculären stehend sowie Lymphkörperchen ähnliche Körner enthaltend. Golgi leugnete, wie wir, die Existenz der perivasculären und pericellulären Räume von His, fand aber, wie wir, dass von den »Lymphgefässen» der weichen Haut aus die Injection in die (adventitiellen) Gefäss-scheiden der Blutgefässe eindringt; an den Abgangsstellen bilden diese Lymphscheiden eine Art trichterförmiger Räume. An der Aussenseite dieser Scheiden liess er die langen, sehr feinen, niemals verästelten Fortsätze rundlicher, ovaler oder sternförmiger, selten anastomosirender Zellen sich inseriren entweder, wie an den Capillaren, direct an der Gefässwand oder, bei den grösseren Gefässen, an der Lymphscheide. Boll beschrieb später die Verhältnisse etwa in derselben Weise wie wir; nur nahm er die fraglichen von ihm sog. Deiters'schen Zellen an der Aussenseite der Adventitia nach Golgi an; unter diesen verschiedenartig gestalteten Zellen sind nach Boll die von ihm sog. »Pinselzellen» sehr häufig, welche mit ihrer flächenartig ausgebreiteten Partie der Gefässwand angeheftet ist, wogegen der Stiel nach aussen ragt; durch diese Deiters'schen Zellen erhält die Oberfläche der Gefässe ein rauhes Ansehen. Frey fand ebenso keine perivasculäre Räume im Sinne von His.

Nach Butzke (Arch. f. Psychiatrie Bd III, 1872) isoliren sich die Gehirngefässe gerne nackt; dies hängt aber von der Präparation ab. Wenn man sich nämlich allen Zuges enthält, sieht man von den Gefäss-scheiden aus einen ganzen Urwald von Fäserchen ausstrahlen, die theils in Verbindung mit dem Bindegewebe ihrer Wandung, theils direct mit dem Endothel der Capillaren stehen. Diese Fäserchen legen sich also verhältnissmässig lose an die Gefässwandungen an, sind zart, verzweigen sich und sind dicht mit Pünktchen besäet. Sie sind nichts Anderes als die Zweige der Gliakörperchen. Auch von Iljaschenko (III Versamml. russ. Naturforscher in Kiew — Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd 22, 1872) wurden »im anatomischen Zusammenhange mit den Wandungen der Gefässe des Centralnervensystems stehende Zellen bei Säugethieren» beschrieben. Sie sind mit der Gefässwand durch ein dünnes, kurzes Fäserchen verbunden und können drei verschiedenen Kathegorien zu gehörend angesehen werden. Betreffs der perivasculären Räume von His fand Roller (Sind die His'schen perivasculären Räume im Gehirne wirklich vorhanden? Inaug. Diss. Greifswald 1874), dass ein Zweifel an die Existenz derselben nicht mehr Platz greifen kann; die Function dieser Räume als Lymphräume musste er aber anzweifeln und als solche die Adventitialräume hinstellen. Endlich sind, eben während des Druckes unserer Arbeit, noch zwei Abhandlungen über diesen Gegenstand erschienen. Nach der einen, von Riedel (Archiv f. mikroskop. Anat. Bd 11, 1875), zeigt die Aussenfläche der Gefäss-scheiden, welche durch Versilberung eine Zeichnung endothelialer Felder geben, die mit dreieckigen Füsschen aufsitzenden Fasern, die eben Fortsätze von Zellen sind; oft sitzen nach ihm diese Zellen mit einem, oft mit zwei Fortsätzen an der Adventitia fest. Ausserdem fand Riedel eine andere Art von Fortsätzen der Adventitia, nämlich directe Fortsetzungen derselben, »die, ohne ein Blutgefäss einzuschliessen, die Lymphscheide grösserer und kleinerer Gefässbezirke mit einander verbinden, meist in Form directer Anastomosen, zuweilen auch kleine Plexus bildend»; sie kommen nur an Capillar-Adventitien vor. Er hält die Frage betreffs der His'schen Räume offen. Nach der letzten Arbeit, die von Arndt (Virch. Arch. Bd 63, 1875), ist auch die Adventitia der Hirngefässe keineswegs glatt, sondern mindestens nach aussen hin durch mannigfache Anhängsel zelliger oder fibrillärer Natur rauh. Diese Fortsätze der Adventitia sind aber Fortsätze von Zellen, welche mehr oder weniger tief in der Hirnsubstanz liegen. Die Zellen sind indessen verschiedener Entwickelung; einige bilden blasse, rundliche Gebilde, die aus Kern und Protoplasma bestehen; von dem letzteren können dann faserartige Fortsätze nach zwei Richtungen abgehen, indem einer derselben stärker ist und nach der Adventitia hin tritt, die übrigen feineren nach entgegengesetzter Richtung ausstrahlen. Diese mehr entwickelten Zellen kommen besonders an gewissen Stellen des Gehirns vor, z. B. in den Gyri fornicatus und hippocampi u. s. w. Arndt hält die adventitiellen Räume für die mehr normalmässigen Lymphbahnen, auf welchen verbrauchtes Material abgeführt wird; die His'schen perivasculären Räume aber sieht er auch als existirend an, indem sie »Speicher» bilden, »in denen es, wenn die Abfuhr behindert oder unmöglich gemacht ist, sich sammelt und ablagert». Auch die pericellulären oder, wie Arndt sie nennt, »periganglionären» Räume sind in dieser Weise nach ihm präexistirend.

Nach dieser historischen Skizze, werden wir zur eigentlichen Schilderung der Adventitialscheide der Blutgefässe des Gehirns übergehen. Sie verhält sich nicht ganz in derselben Weise an den grösseren Gefässen wie an den Capillaren. An jenen steht sie gewöhnlich mehr oder weniger von der übrigen Gefässwand ab. An der Innenfläche der Scheide liegen nur sparsame, von einer Protoplasmazone umgebene Kerne; oft ist sie hier mit grösseren, glänzenden, gelblichen oder bräunlichen Körnern besetzt und diese liegen ihr an bald mehr haufenweise, bald mehr allgemein zerstreut (Taf. XVIII Fig. 11); Häufig sieht man dieselben (Taf. XVIII Fig. 12) mehr oder weniger bipolar um die Kerne angesammelt, auf eine Abstammung aus dem ursprünglichen Zellenprotoplasma hindeutend, eine Thatsache, welche eben beim Vergleich mit den oben bei der Beschreibung des subarachnoidalen Gewebes erwähnten glänzenden Körnern der Häutchenzellen von Interesse ist. Zuweilen kommt es vor, dass Pigmentzellen (Taf. XVII Fig. 6) in den Adventitialscheiden, d. h. an ihrer Innenfläche, sich finden; dies findet eben hie und da statt, wenn solche Zellen in der Pia vorhanden sind. In der Scheide selbst sieht man kaum Spuren einer Structur; sie erscheint fast glashell und homogen; bei starker Vergrösserung nimmt man doch, ungefähr wie oft sonst an Häutchenzellen, Andeutungen einer unregelmässigen, feinen, körnig-faserigen Beschaffenheit wahr. Nie gelang es uns, wie anderen Verfassern (Eberth, Riedel) gelungen zu sein scheint, durch Versilberung an dieser Scheide eine wirkliche Zeichnung von endothelialen Zellenfeldern zu erhalten; nur diffuse Färbung oder unregelmässige, falsche Zeichnungen wurden dadurch erzeugt. In den Adventitialräumen sahen wir, ausser den von Anderen mehrmals beschriebenen, gefärbten Körnerhaufen sowie den bei inflammatorischen Zuständen mehr oder weniger reichlich angesammelten Blutkörperchen, in mehr normalen Fällen gewöhnlich keine Gebilde; doch findet man auch dann hie und da einzelne protoplasmatische Zellen, wahrscheinlich weisse Blutkörperchen oder Wanderzellen. Zuweilen laufen auch in diesem Raum (wie an der Fig. 10 Taf. XVIII) bindegewebige Fibrillenbündel, die das Gefäss seiner Länge nach begleiten; es scheint sogar, als ob sie im Allgemeinen ganz frei im Lymphraum, ungefähr wie die Fasern der Kapseln der Pacinischen Körperchen, schwammen, ohne von zusammenhängenden Zellenscheiden umgeben zu sein. Hie und da liegen doch einzelne Zellen ihnen an. Innerhalb der Adventitialräume findet sich die T. media, welche bei den Arterien (Taf. XVIII Fig. 7, 9—11) aus einer schönen Lage organischer Muskelfasern besteht, bei den Venen (Taf. XVIII Fig. 8) mehr feinkörnig homogen erscheint und nur sparsame organische Muskelfasern enthält. Diese T. media ist in der Regel bei den Arterien sowohl als bei den Venen gegen dem Adventitialraum zu nackt, ohne jede besondere Zellenbekleidung, so dass die Körnchenansammlungen des Adventitialraums, wenn reichlich vorhanden, sogar in die Einkerbungen zwischen den einzelnen Muskelzellen hineinschiessen; nur mehr ausnahmsweise sieht man (wie an den Fig. 8, 12) einzelne Zellen ihr anliegend. Innerhalb der Media findet sich, ihr gewöhnlich dicht angeschlossen, seltener von ihr abgelöst (Fig. 7), die homogene aus einer einzigen dünnen Zellenschicht bestehende Intima mit ihren längsgestellten ovalen Kernen und bestimmten Zellengrenzen.

An den kleineren oder Uebergangsgefässen (wie bei Taf. XVIII Fig. 3) schwindet die Media vollständig; die Adventitia bleibt aber als eine klare, homogene, von der Intima mehr oder weniger abstehende Scheide zurück. An den Capillaren sieht man oft keine abstehende (Fig. 1) Adventitia; hie und da aber, besonders an den Theilungsstellen (Fig. 2) ist diese Scheide sehr deutlich und von der Intima abstehend. Ueberall scheint sie indessen, auch bei den feinsten Capillaren, vorhanden zu sein; ihr Vorhandensein wird nämlich bei diesen durch kleine, schöne und eigenthümliche Kerne bekunde. Diese Kerne sind rund, fast sphärisch und stehen in ziemlich regelmässigen Abständen von der Capillarwand aus (Fig. 1, 4), gewöhnlich mit den langen ovalen Kernen der Intima alternirend, zuweilen doch ihnen mehr angenähert oder sogar nebengelagert. Hie und da sieht man eben (Taf. XVIII Fig. 1) an diesen Kernen, dass die Adventitia durch sie von der Intima blasenförmig erhoben wird, woraus hervorgeht, dass die Kerne an der Innenseite der Adventitia liegen müssen. Fast constant findet sich in ihrer Umgebung (Fig. 1—4) eine grössere oder kleinere Ansammlung von kleinen, stark glänzenden, rundlichen Körnchen, ebenso auf einen Ueberrest des Zellenprotoplasma hindeutend. Wie weit finden sich aber nun diese eigenthümlichen Kerne der Capillaren an den grösseren Hirngefässen hinauf? An den feineren Uebergangsgefässen (wie an dem in Fig. 3 abgebildeten) behalten sie noch ganz denselben Character bei. An den eigentlichen Arterien und Venen konnten wir sie aber nicht in dieser Weise wiederfinden; hier sahen wir nur die sparsameren, mehr ovalen Kerne.

Jetzt kommen wir aber zu der schwierigen Frage, wie die Blutgefässe des Gehirns sowie die des Rückenmarkes zu der umgebenden Parenchymsubstanz sich verhalten, d. h. in welcher histologischen Beziehung diese verschiedenen Bildungen zu einander stehen. Wir müssen indessen von vornherein zugestehen, dass wir, trotz vielfacher Untersuchungen, betreffs dieser Frage zu keiner ganz bestimmten Ueberzeugung gelangt sind. Mit dieser Frage

hängt auch das natürliche Vorhandensein der perivasculären Räume von His auf das Innigste zusammen. Wie bekannt, sieht man an Schnitten verschiedenartig erhärteter Gehirne im Allgemeinen um die Gefässe, d. h. ausserhalb ihrer Adventitialscheiden, entweder, wenn die Gefässe quer abgeschnitten sind, ringförmige, oder wenn sie der Länge nach getroffen wurden, canalförmige gewöhnlich scharf begrenzte Räume von etwas verschiedener Weite (Taf. XVIII Fig. 13); es sind dies eben die oft erwähnten His'schen Räume. Oft findet man diese Räume leer, d. h. nur von der Untersuchungsflüssigkeit erfüllt; es liegen keine organisirte Bildungen in ihnen. In anderen Fällen aber sieht man die Räume von fadenartig, oder anderweitig gestalteten Bildungen durchzogen, welche zwischen der Gefäss-scheide und der äusseren Wand der Räume in verschiedenen Richtungen, mehr oder weniger radienartig, verlaufen. Diese die Räume durchziehenden Bildungen zeigen immer eine körnige Beschaffenheit; sie bestehen nämlich aus einer glasig-homogenen Grundsubstanz, welche bisweilen etwas faserig angeordnet ist, mit eingestreuten zahlreichen Körnern. Sie haben keine scharfe Begrenzung, bestehen nicht aus solchen feinen, gleichdicken Fasern, wie man sie mehrmals beschrieben hat, sondern sie scheinen im Ganzen mehr protoplasmatisch zu sein und stimmen in ihrem Aussehen mit der umgebenden Neuroglia überein. Im Allgemeinen haften sie den Gefäss-scheiden mit verbreiteten Füsschen an und gehen ebenso verbreitet nach aussen in die Neuroglia ohne Grenze über. Hie und da sieht man rundliche Kerne an ihnen.

Ganz ähnliche Verhältnisse findet man wieder, wenn man die Blutgefässe in der einen oder anderen Weise isolirt. Wenn man am frischen Gehirn oder Rückenmark die Pia sammt den ins Centralorgan einlaufenden Blutgefässen abzieht, bekommt man in den meisten Fällen diese Gefässe ganz glatt, d. h. ihre Adventitialscheiden sind ohne Anhängsel; nur hie und da haften kleine, verschiedenartig gestaltete Partien an ihnen. So geschieht es auch, wenn man die Pia von Hirn- oder Rückenmarkstücken ablöst, welche in Müllerscher Flüssigkeit oder chromsaurem Ammoniak erhärtet sind. Wenn aber frische Stücke dieser Organe in schwachen Glycerinlösungen, oder in saurer Carminlösung oder in sehr dünnen (Macerations-) Lösungen von chromsaurem Kali oder endlich in dünnen Lösungen von Ueberosmiumsäure macerirt sind, findet man an zerzupften Präparaten die Gefässe mehr oder weniger reichlich mit Anhängseln besetzt. Diese waren von verschiedener Gestalt und Grösse. Bald bildeten sie kleine unregelmässige, der Adventitia inniger anhaftende Stücke, im Allgemeinen aber hatten sie eher die Form verschiedenartig gestalteter Ausläufer. Letztere gehen gewöhnlich mit verbreiterten, oft dreieckigen Füsschen von der Adventitialscheide aus, auf welcher sie sich gewöhnlich rippen- oder häutchenartig eine Strecke weit fortsetzen, die Scheide in dieser Weise wie mit einem feinkörnigen Schleier überziehend (Taf. XVIII Fig. 5). Von den Füsschen ragen diese Ausläufer nun gerade oder mehr schief nach verschiedenen Richtungen aus. Sie sind bald mehr fadenförmig, bald, und dies findet sehr oft statt, sind sie flächenhaft verbreitet. Sie haben einen körnig-protoplasmatischen Bau und ähneln sogar einer fadenartig ausgezogenen Neuroglia in so hohem Grade, dass es durch den Bau der Ausläufer allein gewiss sehr schwierig sein mag, dieselben von der eigentlichen Neuroglia zu unterscheiden. Hie und da sieht man sogar ihr äusseres Ende in wirkliche Neurogliastücke ohne Grenze übergehen. Die Ausläufer stehen, wie erwähnt, verschieden dicht; bald sind sie sehr spärlich, bald stehen sie streckenweise viel mehr gedrängt. Zuweilen, und dies ist gewiss nicht eben selten, findet man an ihnen, dicht an der Gefäss-scheide, rundliche Kerne, welche von einer kleinen, unregelmässig begrenzten Protoplasmazone umgeben sind. Diese Kerne, welche ganz mit den sonst in der Neuroglia überall vorkommenden »Körnern» oder Neurogliaelementen übereinstimmen, hängen hie und da ganz innig mit den fraglichen Ausläufern zusammen. Nie konnten wir finden, dass diese Zellen Bündel von feinen, scharf begrenzten, nach bestimmten Richtungen gehenden Ausläufern aussenden, nie sahen wir am erwähnten Ort solche Zellen wie die von Golgi beschriebenen, nie die von Boll und Anderen angegebenen Pinselzellen u. s. w.; immer waren die die His'schen Räume durchziehenden Faden und Häutchen von mehr körnig-protoplasmatischer Beschaffenheit oder wie eine ausgezogene Neuroglia.

Da hier eben die Frage von den Neurogliaelementen berührt worden ist, müssen wir auch unsere Ansichten betreffs derselben in Vorbeigehen mit einigen Worten angeben. In den grossen Hemisphären (des Menschen, sowie des Schafes und Kaninchens) fanden wir durch jede Behandlungsmethode dieselben aus mehr oder weniger kuglich-ovalen Kernen bestehend, die mit einer kleinen, unregelmässig begrenzten oder mit kurzen, körnigen Ausläufern versehene Protoplasmazone umgeben sind; diese Protoplasmazone ist aber mit der umgebenden Neuroglia dem Aussehen nach so übereinstimmend, dass man nur nach Isolirung der Gliaelemente ihr Protoplasma als solches erkennen kann; oft aber, besonders nach gewissen Behandlungsmethoden, z. B. in Müllerscher Lösung und Alkohol u. s. w., findet man indessen die fraglichen Elemente, von Protoplasma umgeben, mehr oder weniger frei in rundlichen Höhlen liegend.

Nach vielen Behandlungsmethoden, und dies nicht nur nach erhärtenden sondern auch bei macerirenden, zeigt nämlich die Glia eine eigenthümliche, durchlöcherte Beschaffenheit, indem das ganze Gewebe wie mit kleineren oder grösseren Lacunen oder Höhlen durchsetzt erscheint (Taf. XVIII Fig. 13); die grösseren Löcher, welche mehr sphärisch sind, gehören theils den Ganglienzellen, theils den Gliaelementen an, welche in denselben logiren, entweder mehr frei in ihren Höhlen liegend oder den Wänden derselben angelagert; die übrigen zahllosen kleineren Löcher enthalten keine Elemente, sind anscheinend nur von einer klaren Flüssigkeit erfüllt. Diese Beschreibung betrifft die graue Substanz; in der weissen kommen auch wie bekannt eine Menge von zelligen Elementen vor; diese bestehen wie die eben beschriebenen aus einem kugligen oder mehr ovalen Kern von einer kleinen Protoplasmazone umgeben, welche in der Regel etwas abgeplattet, nach den Seiten mehr oder weniger dünn und zackig ist, im Ganzen aber keine bestimmte Gestalt hat. Diese Zellen liegen in verschiedener Anzahl in den bekannten längsgehenden Reihen zwischen den Nervenfaserbündeln; an erhärteten Präparaten sieht man sie aber immer in langen und schmalen, etwas spindelförmigen Spalträumen einlogirt und in der Weise in diesen gelagert, dass sie der Wand derselben einseitig anhaften, wobei ihre Kerne frei in das Lumen der Spalten hinausragen. Hie und da sieht man wohl von ihrem Protoplasma kleine Höcker und sogar Abzweigungen ausgehen; nie fanden wir aber wirkliche, scharf begrenzte, fadenartige Ausläufer von diesen Zellen abgehen. So verhielten sich die zelligen Elemente der weissen Substanz überall, wo wir dieselbe untersuchten. Da wir im Opticus die unten zu beschreibenden eigenthümlichen, in den Lymphspalten befindlichen, mit Ausläufern versehenen Zellen genau untersucht hatten, versuchten wir durch die Tractus optici dieselben bis ins Gehirn hinein zu spüren; aber schon in diesen Theilen hatten sie die Beschaffenheit der Opticuszellen verloren und trugen, in ihren länglichen Spalten liegend, die eben beschriebene Gestalt der Zellen der weissen Hirnsubstanz. Dass aber die erwähnten Spalträume als Lymphspalten anzusehen seien, sind wir, besonders bei Kenntniss der Verhältnisse im Opticus, sehr geneigt anzunehmen, obwohl es uns nie mit Sicherheit gelang vom Opticus her, dieselben zu injiciren (s. u.).

Indessen mag hier noch einmal hervorgehoben werden, dass wir unsere Untersuchungen über die Neuroglia grösstentheils auf die grossen Hemisphären, besonders des Menschen, beschränkten. Wir wollen deswegen keineswegs bestimmt in Abrede stellen, dass an gewissen Orten der Centralorgane Zellen mit feinen und zahlreichen Ausläufern, wie sie am Rückenmark und in pathologischen Zuständen auch massenhaft am Gehirn beschrieben sind, vorkommen können. Arndt hat ja eben angegeben, dass die von ihm beschriebenen, entwickelteren Formen an gewissen Orten vorhanden sind; nach dem kürzlich geschehenen Erscheinen seiner Abhandlung haben wir aber keine Zeit gefunden, diesen seinen Angaben nachzugehen. Was wir glauben angeben zu können, ist aber, dass im Allgemeinen die Gliazellen die hier oben beschriebene Beschaffenheit tragen. Solche Zellen sind es nun, die hie und da an isolirten Gefäss-scheiden zusammen mit Neurogliaresten haften. Da aber wie erwähnt an gewissen Orten der Centralorgane die Art der Zellen und ihrer Ausläufer eine andere sein kann, wollen wir hier keine allgemein geltende Regel aussprechen.

Jetzt stehen wir aber vor dem Cardinalpunkt dieser ganzen Frage. Sind wirklich die His'schen Räume natürlich präexistirende Bildungen oder sind sie künstlich entstanden? Damit hängt auch die Frage betreffs der Natur der diese Räume durchziehenden Ausläufer innig zusammen. Man kann sich nämlich denken, dass die zähe protoplasmaähnliche Neuroglia bei ihrer supponirten Retraction von den Gefäss-scheiden, denselben hie und da fester angeklebt sei und dadurch fadenartige Gebilde aus ihr ausgezogen werden. Die Structur der Ausläufer spricht eigentlich nicht gegen eine solche Annahme. Eigenthümlich erscheint es indessen, dass der Rand der Retractionslücken gewöhnlich sehr scharf ist und nur die beschriebenen einzelnen Faden ausgezogen werden. Noch schwieriger vollständig zu erklären erscheint aber die ganze Retraction selbst. Da nämlich bei Erhärtung, z. B. in Weingeist, das ganze Organ stark von der Oberfläche her einschrumpft, warum sollen dann auch die inneren Partien in der Art sich zusammenziehen, dass die His'schen Canäle stark vergrössert, also die Höhlen erweitert werden? Und noch mehr: Auch bei »Maceration» in den geeigneten Flüssigkeiten entstehen dieselben Retractionsbilder. Es ist sogar möglich, dass bei Einwirkung verschiedener Reagentien eine Art Coagulation der Neuroglia entsteht, wodurch, ungefähr wie bei dem Erfrierungsprocess, der flüssigere Theil derselben sich von der übrigen Substanz ausscheidet und in den kleinen vacuolenartigen Räumen sich sammelt. Hier liegen gewiss unerklärte physikalische Verhältnisse vor, und wir wollen uns nicht jetzt in dieselben vertiefen. Die Entstehung der perivasculären Canäle hängt aber nicht nur von einer derartigen Retraction der Glia ab. Sie hat gewiss auch eine andere wichtige Ursache, nämlich die Contraction, das Zusammenfallen der Gefässwände. Während des Lebens sind ja die fraglichen Gefässe, bes.

die Arterien viel mehr mit Blut erfüllt als nach dem Tode. Sie ziehen sich dann deswegen zusammen, und diese Erscheinung wird noch mehr durch erhärtende Flüssigkeiten, bes. Alkohol, gesteigert. Dies trägt sicherlich nicht wenig bei, den Abstand der Gefässwände von der Glia, mithin die Weite der His'schen Räume, zu vermehren. Eine verminderte Ausspannung der Adventitialscheiden selbst kann auch hierzu beitragen.

Dass aber an der Oberfläche des Gehirns durch die Retraction bei der Erhärtung in Weingeist ein epicerebraler und epicerebellarer Raum künstlich zu entstehen vermag, davon kann man sich ohne Schwierigkeit überzeugen, besonders am Kleinhirn, wo die Weite dieses Raums eben im Verhältniss zur Stärke der Erhärtung zu stehen pflegt. Dass im Inneren des Organs die His'schen Räume durch eine Art Retraction gebildet werden, liegt sehr nahe anzunehmen, um so viel mehr als man an der Oberfläche frischer, in starker Ueberosmiumsäurelösung erhärteter Hirnstücke in der Regel keine His'schen Räume findet, sondern hier die Neuroglia, die Gefäss-scheiden dicht umschliessend, sieht; im Inneren des Stückes aber, wo die Ueberosmiumsäure nicht gut wirken konnte, findet man perivasculäre Räume; dies gilt auch von den pericellulären Räumen. Die Fig. 5 der Taf. XVII zeigt eben einen Piatrichter, von der Oberfläche des in starker Ueberosmiumsäure erhärteten Gehirns eines Kaninchen eintretend; rings um den Trichter sowohl als um die abgehenden Gefässzweige und die in der Glia befindlichen Ganglienzellen und Gliaelemente schliesst sich die Glia meistens dicht an; nur an ein Paar Stellen ist sie wahrscheinlich durch die Schnittführung ein wenig abgehoben; so verhielt es sich hier überall an der Oberfläche; etwas tiefer in dasselben Gehirnstück hinein, wo die Einwirkung der Säure geringer war, fanden sich aber die His'schen Räume in reichlicher Ausdehnung.

Von grosser Wichtigkeit für die Lösung der Frage betreffs der His'schen perivasculären Räume sowie im Allgemeinen für die Kenntniss der Lymphbahnen der Centralorgane sind die Injectionen. Bei Injectionen der Subarachnoidalräume nach der von uns angewandten Methode fliesst, wie oben angeführt worden ist, die Flüssigkeit nie in den supponirten Epicerebralraum und in die Perivascularräume hinein; dies geschieht nur, wenn das Schädeldach vorher entfernt wurde und der Druck der Injectionsflüssigkeit zugleich zu stark war, indem die dadurch gespannte, dünne Pia zerbrach und die Flüssigkeit in künstlichen Bahnen hervordrang. Sonst wird sie immer, auch bei der reichlichsten, sogar ein starkes Oedem nachahmenden Injection, durch die Pia von der Gehirnoberfläche abgesperrt, und an den Gefässen fliesst sie immer nur durch die trichterförmigen Einsenkungen der Pia in Fortsetzungen derselben, die adventitiellen Scheiden der Gefässe, hinein (Taf. IX Fig. 3, 4), in dieser Weise nicht eben selten recht tief in das Gehirn eindringend. Es ist ein recht schönes Bild, Präparate von solchen mit Injectionsflüssigkeit gefüllten Piatrichtern in die Gehirnrinde eintreten zu sehen, wie sie bald mehr einzeln, bald mehr büschelweise wie in den Furchen, vorhanden sind. Oft werden, wahrscheinlich in Folge der Ausfüllung und Auspannung der Subarachnoidalräume, nur die Trichter gefüllt, d. h. die Injectionsflüssigkeit dringt nicht weiter in die Adventitialscheiden hinein. Unter günstigen Umständen, besonders bei sehr langsamem Einfliessen unter gelindem Druck, gelingt aber zuweilen auch die Füllung dieser Scheiden eben so gut, als man sie bei Entzündungszuständen von ausgewanderten Blutkörperchen ausgepropft findet, in welchen Fällen nämlich, wie wir zuweilen gefunden haben, diese »natürliche» Injection sich in die weiche Hirnhaut, d. h. in die Subarachnoidalräume hinaus fortsetzt, ohne dass ein einziges Körperchen zwischen Pia und Gehirn oder zwischen den Adventitialscheiden und dem Gehirn zu finden ist.

Bei Einstichinjection in die Hirnsubstanz gelingt es, wie leicht einzusehen ist, selten die Adventitialscheiden, die Trichter und die Subarachnoidalräume zu füllen; dies kann nur dann geschehen, wenn die Canüle eine Adventialscheide so lädirt, dass die Flüssigkeit in sie hereindringen kann. Sonst folgt die Flüssigkeit den Wegen, wo sie den kleinsten Widerstand findet, und dies muss eben den Gefässen entlang sein, indem die Neuroglia, welche der Gefäss-scheide nicht eben stark adhärirt, hier der Flüssigkeit weniger Widerstand leistet als ihre übrige Substanz; hierdurch werden die His'schen Perivascularräume gefüllt und von diesen aus der Epicerebralraum. Nachdem die Flüssigkeit in dem letzteren sich über eine grössere oder kleinere Partie der Gehirnoberfläche ausgebreitet hat, berstet gewöhnlich die Pia am meisten eben durch die Auspannung ihrer trichterförmigen Einsenkungen an der einen oder anderen Stelle, wonach die Flüssigkeit sich in die Subarachnoidalräume verbreiten kann. In dieser Weise entstand eben gewiss die Lehre vom Zusammenhang der Epicerebral- und Perivascularräume mit den Lymphräumen der weichen Haut.

Bei Einstichinjection in die Hirn- und Rückenmarksubstanz, besonders wenn man leichtflüssige Massen anwendet, füllt sich aber noch ein reichliches System von feinen Gängen, welche die Neuroglia in den verschiedensten Richtungen durchziehen. Dieses höchst interessante System, welches als das eigentliche Saftcanalsystem der Hirn-

und Rückenmarksubstanz angesehen werden kann und wahrscheinlich dem oben erwähnten System von kleinen Löchern und Höhlen der Neuroglia entspricht, läuft besonders oft mit den His'schen perivasculären Räumen zusammen, so dass es scheint, als ob seine Gänge überall mit den letzteren in Verbindung ständen.

Wenn wir nun die Gründe, welche gegen die natürliche Existenz der His'schen Perivascularräume beweisend sind, kurz zusammenfassen, sind sie etwa folgende: Erstens sprechen die Injectionen, besonders die subarachnoidalen sowie im Allgemeinen die anatomische Absperrung der fraglichen Räume von den Lymphbahnen der weichen Haut gegen ihr Vorhandensein. Zweitens vermisst man sie oft bei Erhärtung in starker Ueberosmiumsäure. Drittens sieht man bei Inflammationsprocessen die ausgewanderten Zellen und übrigen Inflammationsproducte nicht in ihnen sondern in den Adventitialscheiden und dann rings um die Gefäss-scheiden in der Neuroglia selbst, ohne Ansammlung in den zwischenliegenden His'schen Räumen. Endlich spricht auch gegen ihre natürliche Existenz die an der übrigen Hirnsubstanz durch verschiedene Behandlungsmethoden entstehende Retraction der Neuroglia. Indessen darf nicht verhehlt werden, dass andere Thatsachen für ihr Vorhandensein sprechen. So besonders die Stichinjection im Gehirn und Rückenmark, wobei die fraglichen Räume, oft in grosser Ausdehnung mit merkwürdiger Leichtigkeit gefüllt werden sowie auch das eben erwähnte Verhältniss, dass von ihnen aus in der Hirn- und Rückenmarksubstanz ein System feiner Gänge und Räume injicirt werden können.

Wir wollen deswegen diese Frage betreffs der His'schen Perivascularräume nicht als vollständig erledigt betrachten, sondern es muss künftigen Untersuchungen überlassen werden, dieselbe zu entscheiden. Soviel scheint uns aber festzustehen, dass die hauptsächlichen Bahnen aus den adventitiellen Scheidenräumen bestehen, welche die Flüssigkeit vom Inneren des Gehirns zu den Subarachnoidalräumen abführen.

Am Kleinhirn sind indessen die Verhältnisse in einer Beziehung verschieden. Dies betrifft die Anheftung der Pia an der Hirnrinde. Hier giebt es nämlich eine Art von Bildungen, welche eine derartige innigere Anheftung besorgen. Es sind dies die von Bergmann, Hess, Schulze, Deiters, Henle-Merkel beschriebenen Fasern. An der freien Oberfläche des Kleinhirns suchten wir diese Fasern vergebens. Dagegen fanden wir aber dieselben, und dies sehr reichlich, in den Furchen. Einige Mal glaubten wir wohl einzelne solche Bildungen auch an der genannten Oberfläche gefunden zu haben, immer aber in der Nähe von Furchen und nur sehr selten. Ihr eigentliches Territorium findet sich deswegen in den letzteren. Wir glauben deswegen behaupten zu können, dass die Anheftungsfasern den Furchen angehören. Wir haben sie beim Menschen, beim Hund und beim Kaninchen untersucht. Sie verhalten sich bei diesen Geschöpfen in fast ganz derselben Weise. Immer sind sie in sehr zahlreicher Menge vorhanden. Man kann sie in zweierlei Weise studiren, erstens an Flächenansichten (Taf. XVIII Fig. 14) der vorsichtig abgelösten Pia, wobei sie oft an ihr sitzen bleiben und wie Stifte in ziemlich gleichen Abständen mit ihren trichter- oder trompetenähnlich erweiterten Enden von ihr hervorschiessen. Wenn man die ganze aus einer Furche so hervorgezogene, platt ausgebreitete Pia untersucht, findet man, dass sie solche Fasern an ihren beiden Seiten nach oben und unten abgiebt. Die Länge der ausgezogenen Fasern ist verschieden; es hat aber im Allgemeinen den Anschein, als ob sie nicht vollständig, sondern dass ihre inneren Enden abgebrochen seien. Etwas besser gelingt indessen die Untersuchung von der Seite her, an den mit der Gehirnoberfläche senkrecht laufenden Schnitten. Beim Kaninchen sieht man hier in den Furchen jederseits zwischen der Pia und der Rindensubstanz einen glänzenden Saum; bei näherer Betrachtung besteht dieser eben aus den erweiterten Köpfen der Fasern, die entweder an der Pia noch anhaften oder von ihr abgelöst aus der Rinde in gedrängter Anordnung wie eine Masse von kleinen Trompeten hervorschiessen. Beim Menschen kommen eben dieselben Verhältnisse vor (Taf. XVIII Fig. 15). Wenn die Pia der Rindensubstanz nahe anliegt, sieht man nur die etwas glänzenden, kleinen Erweiterungen der Fasern im Zwischenraum, immer mit den von der Seite her dreiseitigen Erweiterungen gegen die Pia zu. Wenn die Pia etwas mehr von der Rindenoberfläche abgezogen und entfernt wurde, hat eine grössere oder kleinere Anzahl der Fasern ihr gefolgt, und diese haften noch an ihr; viele sind aber gewöhnlich dabei von ihr abgelöst und stehen entweder wie ein Wald aus der Rindensubstanz ausgezogen empor mit ihren trompetenförmigen Erweiterungen dicht beisammenliegend und hier wie ein dünner Saum oder ein buchtiges Häutchen erscheinend. Oder sie wurden verschieden weit aus der Rinde gezogen und stehen in verschiedener Entfernung von ihr, bald mehr büschelweise, bald einzeln im Zwischenraum zwischen der Pia und der Rindenoberfläche. An solchen einzeln stehenden Fasern studirt man am besten den Bau. Sie sind im Allgemeinen homogen, glasartig durchscheinend, nicht eben steif, sondern ziemlich biegsam. Zuweilen sieht man in ihnen einen oder einige längsgehende, dichtere, mehr glänzende Streifen oder Rippen. Am optischen Querschnitt findet man sie cylindrisch. Ihre Begrenzungen sind im Allgemeinen eben; oft haftet aber an ihnen kleine Partien der feinkörnigen

Neuroglia, aus welcher sie herausgezogen sind; davon rührt das körnige Aussehen her, welches man oft an ihnen wahrnimmt. Nicht selten findet man sie nach der Rinde zu verzweigt; sie theilen sich dann dichotomisch, zuweilen wiederholt sich diese Theilung. Die Zweige bilden einen spitzen Winkel unter einander und tauchen in die Rindensubstanz hinein.

Wie weit die Fasern in diese eindringen, haben wir nicht näher erforscht. Oft kann man sie als feine, glänzende Linien ziemlich tief in dieselbe hinein spuren.

Auch an die von der Pia abgehenden Gefässtrichtern und Scheiden sieht man die Fasern sich reichlich ansetzen. Hier entsteht aber von Neuem die Frage, ob ein Zwischenraum zwischen der Pia und der Rindenoberfläche, ein »epicerebellarer Raum», normalmässig während des Lebens vorhanden oder ob nicht auch hier die an den Präparaten vorkommende Spalte nur ein Kunstproduct sei. Nach Allem, was wir gesehen haben, glauben wir uns betreffs dieser Frage für das letztere entscheiden zu müssen. Wenn auch gewöhnlich durch die nothwendige Erhärtung die Hirnsubstanz von der Pia sich zurückziehen muss und man deswegen einen kleinen, von den Fasern durchzogenen Spaltenraum erhält, findet man doch zuweilen die Pia der Rinde dicht anliegend und die trichterförmigen Erweiterungen noch in dieser verborgen. Nie gelingt es durch Injectionen einen epicerebellaren Raum von den subarachnoidalen Räumen aus zu füllen. Die Lymphkörperchen, welche Henle und Merkel dort gesehen haben, waren wohl ohne Zweifel durch die Präparation dahin gelangte weisse Blutkörperchen. Nach guter Erhärtung und Präparation fanden wir nie solche Bildungen in diesem Raum. Wenn man noch dazu die Verhältnisse an der freien Oberfläche des Kleinhirns, wo kein solcher Raum normalmässig vorhanden ist, an dem Grosshirn und dem Rückenmark bedenkt, so ist es wohl gewiss nicht unrichtig, den Schluss zu ziehen, dass auch der epicerebellare Raum der Kleinhirnfurchen durch die Präparation entstanden, also ein Kunstproduct ist.

Es schien uns indessen sonderbar, dass solche Fasern nur dem Kleinhirn zukommen, und wir haben uns deswegen zu wiederholten Malen bemüht entsprechende Gebilde auch an anderen Orten der Centralorgane zu finden. Dies gelang uns aber nie, besonders nicht in den Furchen des Grosshirns; wenn wir hier zuweilen ähnliche wenn auch nur einzelne solche Fasern vor uns zu haben glaubten, wurde es aber bei näherer Untersuchung immer dahin entschieden, dass nur anhaftende, der Neuroglia entzogene, feine Fasern für die wirklichen Anheftungsfasern gehalten wurden.

Hier mag indessen bemerkt werden, dass man nicht zu schwache Vergrösserungen anwenden mag, um diese Fasern zu studiren. Am geeignetsten schienen uns die Immersionssysteme N. 9 und 10 von Hartnack.

---

3. Die Histologie der Dura mater.

Historischer Rückblick.

Der feinere Bau der Dura mater ist im Allgemeinen eigentlich nur wenig erforscht. Zwar hatte schon Pacchioni versucht, die Fasergruppen der Dura in eingehender Weise nachzuforschen und ihr grosse Eigenthümlichkeiten zu vindiciren, ja sogar in ihr einen musculären Bau zu finden. Seit älterer Zeit hat man ferner in ihr nach Lymphgefässen gesucht. Nerven fand man auch schon längst in ihr, und die Blutgefässe wurden in den späteren Jahren

näher untersucht. Das Grundgewebe wurde aber wenig studirt. Die innere Fläche, an welcher man nach Bichat die Arachnoidea parietalis annahm, hat doch mehr Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Nach Kölliker, welcher den Bau der Dura etwas ausführlicher beschrieben hat, besteht sie am Rückenmark fast zu gleichen Theilen aus Bindegewebe und elastischem Gewebe; ersteres zeigt parallel verlaufende Bündel in vielen, übereinander liegenden und fest verbundenen Lamellen, letzteres Netze feinerer und stärkerer Kernfasern. An der Innenfläche der Dura findet sich nichts als ein Epithelium von polygonalen, platten, kernhaltigen Zellen auf der innersten Schichte der harten Haut und von einem besonderem Substrate derselben keine Spur. Die Dura cerebralis besteht aus der eigentlichen harten Haut und dem Periost, welche sich noch beim Erwachsenen theilweise trennen lassen; die innere Lamelle ist gefässärmer; in beiden Lamellen findet sich Bindegewebe von derselben Form wie in Sehnen und Bändern mit meist undeutlichen Bündeln und parallelem Verlauf der Fibrillen. An den meisten Stellen finden sich zwischen dem Bindegewebe auch Kernfasern, gewöhnlich als mit dem Bindegewebe parallel verlaufende, geschlängelte feine Fäserchen, dagegen nirgends elastische Fasern. Die Innenfläche der Dura cerebralis ist auch nur von einer einfachen Lage von pflasterförmigen Epithelzellen bekleidet; die äussere Fläche ist bei Erwachsenen rauh und verbindet sich durch Fäserchen und Gefässe direct mit dem Knochen. Luschka beschrieb die innerste Schicht der Dura (die sog. Arachnoidea parietalis) als ein ausserordentlich zartes, leicht zerstörbares Häutchen, welches sich meist nur in kleineren Streifen abtrennen lässt. Es besteht aus einer Faserlage und einem Epithelium; erstere besteht meistens aus feinen isolirten Bindegewebsfibrillen, welche vielfach die Form und die Verlaufsweise der serösen Fasern darbieten, sowie aus einzelnen von Spiralfasern umwickelten Bindegewebsbündeln. An der Dura cerebralis enthält diese Schicht keine solche umwickelte Bündel; hier soll sie sich stellenweise zur Bildung eigenthümlicher Fortsätze (der sog. parietalen Arachnoidalzotten) erheben. v. Recklinghausen fand nach Silberbehandlung in der Dura des Kaninchen unter dem kleinzelligen Epithel der Innenfläche ein sehr unregelmässiges Saftcanalsystem. Im Innern der Dura zwischen den sehnigen Bündeln waren nach ihm die Canälchen grösstentheils den Bündeln parallel angeordnet; so auch beim Hunde und Menschen in den mittleren Schichten. Auf der inneren Fläche, namentlich beim Hunde, sah er ein äusserst zierliches Venenplexus, in deren relativ engen Maschen die Saftcanälchen ein ziemlich regelmässiges System bilden. In den inneren Schichten der Dura des Menschen und Hundes sah er Gefässe, deren lymphatische Natur ihm wahrscheinlich erschien. Wiensky fand durch Silberbehandlung ein sog. falsches Epithel an der äusseren Fläche der Dura mater. Boehm fand durch Silberbehandlung an der Innenfläche der Dura des Kaninchen eine einfache Lage platter Epithelzellen (an der Dura des Hundes und des Menschen aber nie); unter demselben sah er ein Saftcanalsystem, welches zu grossen, mit polygonalem, stomataführendem Epithel versehenen Räumen zusammenfliessen sollten. Wirkliche Lymphgefässe fand er aber nicht. An der Innenfläche der Menschendura erhielt er Lymphgefäss-ähnliche Capillarnetze, welche mit den Venen in Verbindung standen. Dieses Capillarnetz ist nach Boehm ein Appendix des Capillarsystems, eine Art accessorisches Capillarsystem, das sich nach der freien Innenfläche hin mit den intrafibrillären Gewebsspalten der Dura in Verbindung setzt, nur ausnahmsweise Blut enthält, sonst aber in offener Communication mit dem Subduralraum steht und zur Resorption seiner Flüssigkeiten bestimmt ist. Wir zeigten dann, dass dieses Gefäss-system nur die hier eigenthümlich geformten Blutcapillaren und Venenwurzeln darstellte; es hängt nämlich mit den Arterien sowohl als mit den Venen zusammen und ist immer blutführend; bei verschiedenen Thieren hat es ein verschiedenes Aussehen, bei einigen ist es gewöhnlichen Blutgefässen ganz ähnlich. Die Resorption vom Subduralraum in die Venen der Dura hinein geschieht nach uns nicht direct sondern durch Vermittelung der Arachnoidalzotten. Nach Henle zeichnet sich die fibröse Haut betreffs ihrer Structur durch nichts vor den übrigen Gebilden dieser Kategorie aus; sie besteht aus dicht verwebten Bindegewebsbündeln und feinen elastischen Fasernetzen. Gegen das Hinterhauptsloch ordnen sich die Bündel mehr parallel und longitudinal, und so erhalten sie sich in der Dura spinalis. Die Dura cerebralis ist an ihrer inneren, die Dura spinalis an beiden Oberflächen mit einem einfachen, sehr platten Pflasterepithelium versehen, dessen Kerne durch Essigsäure, dessen Zellengrenzen durch Silberlösung dargestellt werden. Paschkewicz fand in der Dura drei Schichten, zwei äussere ziemlich dicke, eine innere dünne. Durch Silberbehandlung stellte er an der Innenfläche ein polygonales (vielleicht doppelschichtiges) Epithel mit Stomata dar. Er fand zwei Blutcapillarnetze, ein mehr oberflächliches und ein tiefes, im inneren Blatte unmittelbar unter dem Epithel liegendes, welche beide in Verbindung stehen sowohl mit einander als mit den Venen, nicht aber mit dem Subduralraum. Als Lymphgefässe fasste er durch Silberbehandlung erhaltene Canäle und die Blutgefässe begleitende, sie umflechtende kleine Räume auf; das ganze System soll auf der Innenfläche durch Spalten zwischen den Epithelzellen in den Subduralraum münden, andererseits höchst wahrscheinlich mit Venensinus in Verbindung

stehen. Grössere Lymphgefässe sah er nicht. QUINCKE fand wie wir keinen Uebergang von Zinnoberkörnchen vom Subduralraum zu dem von BOEHM beschriebenen Gefässnetz. Ebensowenig gelang es MICHEL eine Resorption nach demselben hin zu erhalten; das eigenthümliche Blutcapillarsystem steht nämlich auch nach ihm nicht in Verbindung mit dem Subduralraum. Ein durch die ganze Dicke der Dura aus mit einander communicirenden Spalten bestehendes System steht dagegen mit demselben in Communication, sowie mit einer Anzahl grösserer und kleinerer Räume zwischen Dura und Knochen (die »epiduralen» Räume). Sowohl an der äusseren als an der inneren Fläche der Dura findet sich ein Endothelhäutchen, das im ersteren Falle die innere Begrenzung der epiduralen Räume, im zweiten als einfache Lage die äussere des Subduralraums bildet. Die Spalten im Inneren der Dura sind auch mit Endothel ausgekleidet. Das Spaltensystem dient wahrscheinlich zum Durchtritt der Lymphe, deren Strömung von aussen nach innen geschieht. Wenn man zwischen Dura und Knochen injicirt, füllt sich dieses System, und die Flüssigkeit tritt auf der Innenfläche der Dura durch spaltähnliche Oeffnungen aus. Das Duragewebe besteht aus zwei etwa gleich dicken, sich kreuzenden Lagen von vielfach durchflochtenen Bindegewebsfibrillenbündeln; die äussere Lage hat zu jeder Seite der Convexität eine Richtung von vorn-aussen nach hinten-innen, die innere dagegen eine entgegengesetzte.

Histologische Beschreibung.

In der harten Haut des Gehirns sind, wie man schon mit blossem Auge findet, und wie im Allgemeinen angegeben wurde, die Faserbündel der Richtung nach vorzugsweise in zwei Hauptschichten angeordnet. Jede dieser Hauptschichten kann indessen in eine Anzahl dünnerer Schichten aufgelöst werden; mit der Pincette kann man nämlich an manchen Stellen eine Reihe von Lamellen die eine nach der anderen abheben; sie hängen zwar durch Austausch von Fibrillenbündeln untereinander zusammen, doch bleiben oft an solchen Lamellen die Zellen in ihrer Lage, und die Präparate lassen sich oft sehr gut zur mikroskopischen Erforschung der Dura anwenden. Ueber die Hemisphären gehen die Bündel der inneren Hauptschicht von innen-vorn nach aussen-hinten; von der Gegend des Sinus longitudinalis strahlt über die innere Oberfläche eine sparsame Schicht etwas mehr transversal gehender Bündel aus; diese sind eben dieselben Züge, welche in der Nähe des Sinus die unten zu besprechende Cribrirung der Dura bilden. Die äussere Schicht der Dura zeigt mehr Verflechtung der Bündel. Als Hauptrichtung derselben kann doch angegeben werden, dass sie von vorn-aussen nach hinten-innen angeordnet sind; sie schlagen aber auch andere Richtungen ein, zuweilen sich drei oder vier Mal kreuzend. Die beiden Hauptschichten verbinden sich indessen durch Austausch von Bündeln sehr innig mit einander, so dass eine eigentliche Trennung derselben immer eine künstliche wird. Im Falx cerebri ist die Hauptmasse der Bündel sonnenschirmartig wie Radien von seinem hinteren-unteren Winkel am Tentorium cerebelli ausstrahlend; an seinem oberen Theil, in der Nähe des Sinus longitudinalis breitet sich jederseits über diese radiirenden Bündel eine vom vorderen Ende kommende dünne Schicht von Bündeln, welche indessen hinten aufhört, ehe sie die unteren Theile erreicht.

Die Richtung der Bündel in den übrigen Partien der Dura cerebralis haben wir nicht eingehender verfolgt.

In der Dura des Rückenmarks kann man auch im Allgemeinen zwei Hauptschichten von verschiedener Richtung der Bündel unterscheiden. In der inneren dünneren gehen diese longitudinal, in der äusseren dickeren dagegen transversal, d. h. circulär um das Rückenmark.

Um den feineren Bau der Dura zu erforschen, bedient man sich mit Vortheil der dünnen Lamellen, welche auf die eben erwähnte Weise nach einander in beträchtlicher Menge von der flächenhaft ausgebreiteten Dura mit der Pincette abgehoben werden können. An solchen durch Carmin (besonders essigsaures) gefärbten Lamellen sieht man eine grosse Anzahl meistens stäbchenförmiger, in parallelen Reihen angeordneter Körperchen; zuweilen

gehen in einer Lamelle, besonders wenn sie sehr dünn ist, alle diese Reihen nach einer Richtung hin; gewöhnlich findet man sie aber in verschiedener Tiefe des Präparates, zwei oder mehrere verschiedene, in der Regel spitzwinklig sich kreuzende Richtungen einschlagend (Taf. XXI Fig. 1). Es sind diese Körperchen die Kerne der Durazellen, welche besonders bei Essigsäurebehandlung eine stäbchenähnliche Form einnehmen; an ihren Enden findet man oft einen faden- oder häutchenartig aussehenden, glänzenden oder mehr oder weniger feinkörnigen Ausläufer, welcher hie und da sogar verzweigt erscheint. Diese Zellenkerne und ihre Fortsätze deuten mithin durch ihre ungleiche Richtung an, dass die Zellen in verschiedenen Schichten auch verschiedene Richtungen einnehmen. Man findet auch bald, dass die hellen, schmalen Zwischenräume zwischen den Zellen Bindegewebsbündeln entsprechen, welche eben dieselbe Richtung haben wie die Zellen selbst. An den von der Innenfläche der Dura genommenen Lamellen findet man auch grössere Spalten, welche mit den Bündeln parallel laufen, dieselben in schmaleren Partien abtheilend; in diesen Spalten gehen Blutcapillaren. An den Lamellen sieht man also, dass das Duragewebe aus dünnen, flächenhaft ausgebreiteten Schichten von in jeder Schicht einander parallelen, in verschiedenen Schichten aber spitzwinklig sich kreuzenden Bündeln und zwischen denselben reihenweise angeordneten Zellen besteht.

Auch von der Rückenmarksdura lassen sich in derselben Weise eine Anzahl von dünnen, ähnlich gebauten Lamellen abheben. Dass sie aus einer Menge von flächenhaft ausgebreiteten Schichten besteht, wird auch durch andere Untersuchungsmethoden bestätigt.

Die nähere Erforschung des feineren Baues der Dura bietet indessen grosse Schwierigkeiten. Dies gilt besonders von der Gestalt und der Anordnung ihrer Zellen.

Um die letzterwähnte Frage zu eruiren, gingen wir vom Studium des embryonalen Gewebes aus. Die Dura von Menschenembryonen (2—5 mon.) wurde zuerst in Müller'scher Lösung, dann in Weingeist erhärtet; dann wurde sie mit Vortheil nach Tränkung mit Gummiglycerin getrocknet; von einer so behandelten Dura kann man sehr schöne Schnitte in jeder beliebigen Richtung verfertigen. Als Färbungsmittel wandten wir mit bestem Erfolg rothe Anilinlösung an und daneben neutrale sowie essigsaure Carminlösungen. An Schnitten der in dieser Weise behandelten Dura zeigte sich, dass diese Haut im embryonalen Zustande von sehr zahlreichen, im Allgemeinen grossen, protoplasmatischen Zellen äusserst wechselnder Gestalt und Anordnung überall durchzogen ist. An Horizontalschnitten (Taf. XX Eig. 1—7) findet man also diese Zellen von sehr mannigfacher Form. Bei der Beschreibung gehen wir von einer der einfachsten Formen aus, nämlich von den spindelförmigen Zellen (Taf. XX Fig. 1); sie sind mit schmalen, nicht selten fadenförmig fein ausgezogenen, hie und da varicös angeschwollenen Endausläufern und mit einer dickeren, gewöhnlich etwas geplatteten Partie rings um den ovalen oder rundlichen Kern, welche in der Regel die Mitte der Zelle einnimmt, versehen. Solche spindelförmigen Zellen findet man hie und da an den Schnitten, die Hauptmasse bildend. Sie liegen dann, je nach der Anordnung der Fibrillenbündel, parallel oder einander kreuzend, in spaltenförmigen Zwischenräumen oder Lücken zwischen den Bündeln; die Bündel weichen nämlich hie und da aus einander, um die Zellen zwischen sich aufzunehmen; wenn die Zellen ausgefallen sind, findet man die Lücken zwischen den Bündeln als offene spindelförmige Räume. Hie und da sieht man auch (Taf. XX Fig. 4 bei *a*), wenn die Zellen in ihren Räumen noch vorhanden sind, mehr oder weniger schmale offene Spalten an der einen oder an beiden Seiten der Zellen. Diese Zellen lassen sich indessen zu keinem gewissen der herumliegenden Bündel rechnen; sie scheinen hingegen ihnen allen in gleichem Grade anzugehören.

Wenn aber nun diese breiteren oder schmaleren, mehr oder weniger spindelförmigen Zellen in reichlicher Menge in der embryonalen Dura vorhanden sind, bilden sie doch im Allgemeinen nicht die überwiegende Anzahl. Von ihnen als Ausgangspunkt kann man aber bei der Beschreibung sich zu den übrigen Formen ableiten. So findet man (Taf. XX Fig. 2) an einer Menge der Zellen die dickere Mittelpartie, besonders oft nach der einen Seite hin, in ein dünneres protoplasmatisches Häutchen auslaufend, welches über die angrenzenden Fibrillenbündel, bisweilen mit nach aussen verschwindender, nicht sicher bestimmbarer Grenze, sich ausbreitet. Auch an den beiden Ausläufern der spindelförmigen Zelle (s. an mehreren Figuren der Taf. XX) können oft solche verschiedenartig gestaltete Häutchenausbreitungen über den Bündeln wahrgenommen werden. Aber noch mehr. Die beiden Endausläufer können sich in mehrere oder wenigere Zweige theilen (Fig. 2—7); ein oder mehrere derselben bieten hie und da glänzende, knotenförmige Anschwellungen; diese Zweige können ferner in mehrere getheilt sein, wodurch sie untereinander in mancherlei Weise zusammenhängen und in die verschiedensten Richtungen verlaufen können. Auch von der Mittelpartie der Zelle gehen oft dickere oder feinere Zweige in mancherlei Richtungen hinaus. Auch diese Zweige können nun hie und da mit einander und mit denen der übrigen Ausläufer anastomosiren und Netzwerke verschiedenartiger

Gestalt bilden. Diese Ausläufer und ihre Netze laufen theils in mehr oder weniger weiten Strecken zwischen den Bündeln, theils umspinnen sie dieselben in mancherlei Richtungen. Hie und da sieht man, dass sie in ziemlich weiter Entfernung von der kernhaltigen Mittelpartie grössere protoplasmatische Anschwellungen von wechselnder Gestalt — also Protoplasmapartien, die nur durch schmälere, oft ganz feine Brücken mit der Mittelpartie zusammenhängen — besitzen (Fig. 2, 3, 6).

Mittelst ihrer Ausläufer und Zweige gehen die Zellen äusserst zahlreiche Verbindungen mit einander ein (Fig. 2—7). Bald hängen zwei Zellen dicht bei einander durch eine unverzweigte, mehr oder weniger breite Brücke zusammen, bald ist diese schmal oder verzweigt. Nicht selten senden sie Ausläufer in weiten Strecken hinaus, um mit entfernteren Zellen in Verbindung zu kommen.

Hierdurch entsteht also ein verzweigtes System protoplasmatischer Zellen, welches die Fibrillenbündel mit einem reichlichen protoplasmatischen Netz von verschiedenster Form und in vielerlei Richtungen umspinnt. Dies Zellennetz ist in der That so wechselnder, so wahrhaft proteusartiger Gestalt, dass es sogar unmöglich ist, diese verschiedenen Variationen mit Worten wiederzugeben. Die in der angef. Taf. XX dargestellten Formen können indessen vielleicht eine Vorstellung vom Aussehen dieser Zellen geben. Hier findet sich in der That Nichts Constantes; sogar die protoplasmatische Mittelpartie kann auf ein solches Minimum reducirt sein, dass man kaum mehr als den Kern sieht, wogegen das Protoplasma hie und da an den Ausläufern angesammelt liegt. Es scheint, als ob man hier Zellen mit beweglichem Protoplasma vor sich hätte, welche ihre Zweige nach allen möglichen Richtungen hin aussenden könnte. Indessen liegen uns directe Beobachtungen über wirkliche Bewegungen dieser Zellen nicht vor. Zuweilen kommen sogar zwei Zellen in einer Spalte vor, wobei sie nebeneinander liegen; nicht selten enthält eine Zelle zwei dicht beisammen liegende Kerne, so dass es scheint, als ob eine Kerntheilung vorsichgegangen sei.

Wie verhalten sich aber nun diese Zellen zu den Bündeln? Es wurde schon angegeben, dass diejenigen, welche eine bestimmtere Spindelform haben, offenbar keinem gewissen der angrenzenden Bündel, sondern dass sie etwa ebensoviel beiden oder sämmtlichen Bündeln, welchen sie anliegen, angehören. Ungefähr dasselbe gilt auch betreffs der übrigen Zellenformen. Die Zellen können zwar mit ihren häutchen- oder zweigförmigen Ausläufern zwischen die einzelnen Bündel hineinlaufen und sie umspinnen, man kann aber hier nicht als ein allgemeines Structurprincip aufstellen, dass jedes Bündel seine eigenen umspinnenden Zellen hat; es scheint im Gegentheil, als ob das gemeinsame Besitzungsrecht hier gilt. Dies wird auch durch die Querschnitte (Taf. XX Fig. 8) bestätigt. Wenn es gelingt, dünne Präparate quergeschnittener Bündelgruppen zu erhalten, kann man in der deutlichsten und schönsten Weise wahrnehmen, wie die Zellen in fast jeder Richtung ihre Ausläufer zwischen die Bündel absenden, so dass mehr oder weniger verzweigte Sternformen entstehen, in deren Mitte gewöhnlich der von einer Protoplasmapartie umgebene Kern sich befindet. An den Querschnitten findet man auch, dass die einzelnen Zellen mittelst ihrer Ausläufer untereinander zusammenhängen.

Eine für die Bindegewebslehre wichtige Frage, welche äusserst schwer ist bestimmt zu beantworten, ist diejenige, ob ausser den protoplasmatischen Ausläufern auch elastische Häutchen die Fibrillenbündel der Dura umgeben. Mit Sicherheit gelang es uns nie, eine wirkliche zusammenhängende Häutchen- oder Endothelzellenschicht an diesen Bündeln wahrzunehmen; wenn man auf die embryonale Natur der Zellen Rücksicht nimmt, scheint es indessen, als ob sie dann noch in ihrer mehr elastischen Häutchenausbreitung so viel von der protoplasmatischen Beschaffenheit übrig haben würden, dass das Anilin dieselbe darlegen vermöchte, aber nicht einmal die fast immer an den Häutchenzellen der Subarachnoidalräume hie und da vorkommenden, glänzenden, kleinen Körner haben wir hier gesehen. Die Ausläufer haben ausserdem oft eine so scharfe Begrenzung, dass diese sehr gegen das Vorhandensein einer weiteren Häutchenausbreitung spricht. An anderen Zellen sieht man wohl wie erwähnt das Protoplasma in mehr oder weniger, oft äusserst dünne Häutchenausbreitungen auslaufen; gewöhnlich aber behalten diese bis zu ihren Rändern ihr körnig-protoplasmatisches Aussehen, welches durch Anilinfärbung hervortritt. An anderen Zellen (Taf. XX Fig. 9 *t*) sieht man indessen zuweilen mehr homogene, elastisch aussehende, feine Häutchen von den Rändern des Protoplasma sich fortsetzen.

Man wird diese letzteren der hier eben gelieferten Darstellung gemäss am besten als mehr oder weniger rein protoplasmatische Zellen äusserst wechselnder Gestalt auffassen, welche Zellen indessen in dünne protoplasmatische, zuweilen auch elastische Ausbreitungen auslaufen können. Wenn man die in der Taf. XX aus Horizontal- und Querschnitten gelieferten Abbildungen von *in situ* liegenden Zellen mit den abgebildeten, isolirten Zellen (Fig. 9 *a* bis *t* derselben Tafel) vergleicht, kann man gewiss eine Auffassung dieser Zellenart in ihren wichtigeren Wechselungen erhalten.

Mit der Kenntniss der embryonalen Durazellen als Ausgangspunkt ist es leichter, die Verhältnisse beim erwachsenen Menschen zu entziffern. An Horizontalschnitten einer in Müllerscher Flüssigkeit und Weingeist und dann in Gummiglycerin getrockneten, erwachsenen Dura, und sogar noch besser an den oben beschriebenen reihenweise abgehobenen Lamellen, findet man nach Färbung mit Anilin oder Carmin, dass die Zellen gewöhnlich, von der Kante gesehen, als mehr oder weniger spindelförmige Stäbe in parallelen Reihen zwischen den Bündeln liegen (Taf. XXI Fig. 1); in den verschiedenen Schichten haben sie je nach der Anordnung der Bündel eine verschiedene Richtung, so dass sie ebenso wie die Bündel der Schichten selbst mehr oder weniger spitzwinklig sich kreuzen.

Wenn man Schnitte der erhärteten und dann getrockneten Dura zerzupft, findet man nach Anilinfärbung zwischen den Fibrillenbündeln zahlreiche isolirte Zellen verschiedener Form (Taf. XXI Fig. 5 *a—y*). Im Allgemeinen sind sie aber in die Länge gezogen (Fig. 5 *a*, *b*, *c*, *r* etc.) mit einer breiteren, gewöhnlich deutlich feinkörnigen, protoplasmatischen, etwas geplatteten, nicht selten sogar dünnen oder häutchenartig ausgebreiteten, kernführenden Mittelpartie sowie mit mehr oder weniger ausgezogenen Enden; oft sind doch ein oder beide Enden breiter, geplattet, häutchenartig oder sogar in mancherlei Weise verzweigt, wobei die Zweige oder Häutchen nach verschiedenen Richtungen ausstrahlen. Solche mit schmäleren oder breiteren, verzweigten Ausläufern versehene Zellen stimmen ganz genau mit den eben beschriebenen embryonalen Zellenformen überein. Hie und da sieht man auch ihre Ausläufer in Verbindung mit einander stehen. Ein Theil der Zellen, und dies scheint in der Dura einzelner Individuen die Regel zu sein, zeigt indessen eine sehr schmale Spindelform (Taf. XXI Fig. 5 *o*, *p*, *q*); der Kern besteht dann oft aus einem langen und schmalen, wurstförmigen, im Durchschnitt mehr oder weniger cylindrischen Körper, welcher von einer äusserst geringen Menge, oft sogar von keinem, Protoplasma umgeben ist; von den beiden Enden des Kerns schiesst ein langer, schmaler und feiner, etwas glänzender Faden aus. Dies ist eine Form der Durazellen, welche sehr an die sog. »Kernfasern» der älteren Histologen erinnert. Bisweilen sieht man von dieser fadenförmigen Zelle ein Häutchen (Fig. 5 *d*, *y* etc.) nach dieser oder jener Seite hin ausgehen. Zwischen diesen letzteren Zellen und den vorher beschriebenen, mehr protoplasmatischen, mehr oder weniger mit Häutchen oder verzweigten Ausläufern versehenen findet sich eine Reihe von Uebergangsformen. Ein Theil der Durazellen besteht aus mehr oder weniger rectangulären, länglichen Häutchenausbreitungen. An ihrer Fläche sieht man oft (Fig. 5 *f*, *g*, *h*) eine platte Firste nach der Längenrichtung der Zelle, oft sogar über den ovalen Kern, verlaufen; diese Firste erweist sich bei näherer Betrachtung als ein auf dem Rande stehendes Häutchen, ein Flügel, welcher vom eigentlichen Zellenkörper, im Winkel gegen ihn gestellt, ausläuft. Uebrigens kann hier, ebensowenig wie bei der embryonalen Dura, eine Beschreibung sämmtlicher wechselnder Formen der Zellen gegeben werden. Einige der wichtigeren haben wir durch die Abbildungen (Taf. XXI Fig. 5 *a—y*) darzustellen versucht.

Wie verhalten sich aber nun diese Zellen in ihren verschiedenen Gestalten zu den übrigen Gewebselementen der Dura? Die Fibrillen sind im Allgemeinen in Bündeln geordnet, welche verschiedene Dicke und Form darbieten und in vielerlei Weise sich unter einander verbinden. Sie laufen an gewissen Orten der Dura in grossen Strecken einander parallel, auf diese Weise lamelläre Ausbreitungen bildend; mehrere oder wenigere Lamellen solcher in verschiedenen Richtungen verlaufender Bündel liegen an einander und wechseln in mancherlei Weise durch die Dicke der Dura. Bisweilen sind die Bündel mehr platt und bandähnlich, und sie kreuzen einander dann in manchen Richtungen. Bisweilen bilden sie wirkliche Häutchenlamellen. Zu diesen so verschiedenartig angeordneten Fibrillenbündeln können natürlicherweise die Zellen nicht überall dieselbe Anordnung haben. In der That scheint auch die verschiedene Gestalt und Beschaffenheit der Zellen in einem wesentlichen Zusammenhang mit der Anordnung der Bündel zu stehen. Im Allgemeinen liegen sie, wie schon oben beschrieben wurde, reihenweise in den Spaltenräumen zwischen den Bündeln, der Längenrichtung der letzteren parallel (Taf. XXI Fig. 1 und Fig. 4). Die dickeren, sowie die fadenförmig ausgezogenen Zellen senden ihre Ausläufer mehr gerade nach beiden Seiten hin zwischen die Bündel. Die verzweigten Zellen schicken ihre Zweige nach verschiedenen Richtungen aus, die Bündel umspinnend. Die häutchenähnlichen (Fig. 4; Fig. 5 *y*) breiten sich über die Bündel aus, und wenn ein oder mehrere Flügelausläufer vorhanden sind, schiessen diese zwischen angrenzende Bündel ein. Wenn die Fibrillen breitere Lamellen bilden, sieht man die Zellen als grosse platte Häutchen sich über dieselben ausbreiten, wobei sie die verschiedenartigsten Formen darbieten, indem sie sich in vielerlei Weise verzweigen, oft durchbrochenen, protoplasmatischen Häutchen ähnlich sind und mit angrenzenden Zellen in jeder denkbaren Weise anastomosiren (Taf. XXII Fig. 1).

An Querschnitten (Taf. XXI Fig. 2, 3; Taf. XXII Fig. 2) sieht man die verschiedenartig gestalteten Zellen in den Spalten zwischen den Bündeln liegen. Hierbei bieten sie ein verschiedenes Aussehen, je nachdem sie mehr

oder weniger häutchenartig ausgebreitet oder mehr protoplasmareich und mit verzweigten und häutchenartigen Ausläufern versehen sind. Man findet sie nämlich entweder mehr isolirt zwischen den Bündeln liegend oder die letzteren mit mehr oder weniger protoplasmatischen Ausläufern in mancherlei Richtungen umspinnend; oft sieht man sie sogar als ein zusammenhängendes protoplasmareiches Netz, die Dura nach allen Richtungen hin durchwebend (Taf. XXI Fig. 3; Taf. XXII Fig. 2). Das letztere Verhältniss, welche wir in manchen Exemplaren der Dura des Menschen antrafen, schien uns hie und da, aber möglicherweise nicht überall, mit einem chronischen Reizungszustand zusammenzuhängen, wobei sogar zuweilen Andeutungen einer regressiven Metamorphose der protoplasmareichen Zellen zu beobachten waren.

Mit Rücksicht auf die vorliegende Frage, wie sich die Zellen eigentlich zu den Fibrillenbündeln verhalten, können wir uns dahin äussern, dass die Zellen, soweit wir finden konnten, keine zusammenhängende Endothelhäutchen um die Bündel bilden. Wenigstens besitzt nicht jedes Bündel seine besondere Hülle; denn hier, wie in der embryonalen Dura, beziehen sich die Zellen auf kein gewisses Bündel, sondern gehören ebensowohl den übrigen anstossenden an, obwohl sie in den spaltenförmigen Lücken oft der einen Wand inniger anliegen. Ob übrigens die Bündel von einem ursprünglich von den Zellen herstammenden, aber von ihnen später abgetrennten, elastischen Häutchen umgeben sind, konnten wir auch hier nicht mit voller Bestimmheit entscheiden. Indessen geben in dieser Hinsicht die Querschnitte Bilder, wo man die Bündel von einer scharfen Contour begrenzt findet, welche möglicherweise auf ein solches Häutchen hindeuten könnte. In den Lücken zwischen ihnen findet man hie und da die oben erwähnten quergeschnittenen, oft sternförmig verzweigten Zellenkörper von diesen Contouren der Bündel scharf getrennt, oft von ihnen jederseits abgelöst und mit zwischenliegenden Spaltenräumen versehen. Wenn aber die einzelnen Bündel von feinen, elastischen, ihnen innig anliegenden Häutchen umgeben wären, scheint es uns, dass man nach der Zerzupfung der Bündel Reste solcher Häutchen wahrnehmen sollte; dies gelang uns nie. Jedenfalls liegt hier eine Frage vor, die einer endgültigen Lösung bedarf, wenn es in der That möglich ist, diese Frage mittelst unseren jetzigen Methoden mit voller Bestimmtheit zu lösen.

Unsere Auffassung betreffs der Zellen der erwachsenen Menschendura ist also die, dass diese Zellen eine äusserst wechselnde Gestalt und Anordnung, je nach dem verschiedenen Verhalten der Fibrillenbündel, darbieten können, dass sie aber nicht besondere, nicht einmal vollständige Hüllen um die einzelnen Bündel bilden, sondern mehr zwischen ihnen reihen- oder flächenweise zerstreut liegen und dabei oft in grosser Ausdehnung untereinander netzförmig zusammenhängen, die Bündel in mannigfacher Weise umspinnend. Sobald aber, wie an manchen Stellen der inneren Oberfläche der Dura und im Allgemeinen bei Cribrirung des Duragewebes, wie z. B. in der Regel im vorderen Theil des Sichels, einzelne Balken aus ihr sich auslösen und frei verlaufen, erhalten sie immer vollständige Scheiden, welche aus zusammenhängenden Häutchenzellen gebaut sind.

Um die Verhältnisse beim Menschen mit denen bei Thieren zu vergleichen, haben wir auch einige Untersuchungen in dieser Richtung ausgeführt. Besonders schien uns die Dura kleinerer Nagethiere dabei von Interesse, weil man hier ohne Zerzupfung die Form und Verbreitung der Zellen sehr gut überblicken kann. An der Taf. XXII Fig. 10, 11 haben wir diese Verhältnisse bei der Maus wiederzugeben versucht. Man sieht hier die Zellen zwischen den Bündeln zerstreut liegen; sie haben im Allgemeinen eine geplattete, oft ziemlich viereckige Gestalt, zuweilen sind sie etwas verzweigt, bieten ein recht protoplasmatisches Aussehen dar und umfassen oft einen Theil des Umkreises der Bündel, nie aber ganz. Zuweilen liegen mehrere beisammen und können dann das Bündel etwas reichlicher umfassen; nie sahen wir sie aber vollständige Scheiden um die Bündel bilden. Diese Zellen gehören nicht nur der Umgebung der Blutgefässe an, sondern kommen überall in ziemlich gleicher Weise vor. Wir machen diese Bemerkung, weil es uns scheint, als ob die von Waldeyer in der letzten Zeit aus der Nagethierdura erwähnten »perivasculären» Bindegewebszellen nichts Anderes als diese überall in der Dura befindlichen, d. h. eigentlichen Durazellen sind. Um die Blutgefässe findet man schöne adventitielle hie und da ganz weit abstehende Scheiden von zusammenhängenden Häutchenzellen gebildet; ferner sieht man hie und da grosse rundliche Pigmentzellen. Sonst haben wir in der Umgebung der Gefässe keine eigenthümliche Zellen gefunden, nur wie erwähnt die dem ganzen Duragewebe zukommenden, oben geschilderten, eigentlichen Durazellen.

Im Duragewebe kommen auch wie bekannt elastische Fasern vor. Sie sind aber in verschiedenen Gegenden in sehr verschiedener Zahl vorhanden. In der Dura cerebralis findet sich im Allgemeinen nicht viel von solchen Fasern. So besonders am Scheitelgewölbe, wo sie oft nur spärlich vorhanden sind. Etwas reichlicher kommen sie an der Schädelbasis, z. B. der Fossa cerebelli vor. An Querschnitten sieht man sie hier in der Regel reihenweise

zwischen den Lamellen und Bündeln als feine helle Punkte stehen. An Horizontalschnitten findet man diese elastischen Fasern theils an den Lamellen (Taf. XXII Fig. 1), reichliche, flächenhaft ausgebreitete Netze in nächster Beziehung zu den Zellenhäutchen derselben bildend, theils in den aus einzelnen verflochtenen Bündeln zusammengesetzten Schichten, hier in nicht unbedeutender Menge zwischen den Bündeln verlaufend. Besonders zahlreich sind sie in der Dura des Rückenmarks; an Horizontalschnitten sowie an den dünnen mit der Pincette abgehobenen Lamellen sieht man deswegen nach Essigsäurebehandlung das ganze Gewebe von mehr oder weniger schichtenweise angeordneten, elastischen Fasern und Fasernetzen durchzogen. An Querschnitten der Dura spinalis bemerkt man in derselben Weise eine grosse Menge Durchschnitte solcher Fasern, welche gewöhnlich mehr oder weniger reihenweise zwischen den Lamellenschichten angeordnet sind. Bei näherer Untersuchung dünner Horizontallamellen sieht man, dass die Fasern oft in grosser Ausdehnung den einzelnen Fibrillenbündeln anliegen und sich theilend dieselben in ihren Verzweigungen begleiten. Man kann ohne Schwierigkeit kleinere Partien solcher elastischer Fasernetze isoliren und sieht dann oft an den Anastomosenpunkten breitere Partien (Taf. XXII Fig. 7); ja sie können sogar die Gestalt von Sternennetzen und durchbrochenen elastischen Häutchen (Taf. XXII Fig. 6) annehmen.

An den Oberflächen der Dura begegnen wir dann Bildungen, die für die Kenntniss ihres Baues von Interesse sind. An der inneren Oberfläche sowohl der spinalen als der cerebralen Dura, erkennt man leicht, besonders nach Carmin- oder Anilinfärbung, an dünneren Flächenschnitten eine Menge von ovalen Kernen, die in mehr oder weniger grosser Entfernung von einander, zuweilen recht dicht liegen (Taf. XIX Fig. 6, 10). Um diese Kerne ist gewöhnlich eine ziemlich spärliche Protoplasmazone vorhanden; zwischen denselben findet man aber ein sehr dünnes, fast homogenes oder schwachkörniges Häutchen, das sich in Folge der Präparation oft in Fetzen abgelöst hat. Unter diesem Häutchen laufen glänzende, steife Fasern, die das Aussehen von elastischen zeigen. Bald sind sie sehr fein, bald relativ ziemlich grob. Sie gehen bald überwiegend in einer Richtung, bald, und dies ist gewöhnlicher, kreuzen sie sich in der verschiedensten Weise. Diese Fasern gehören indessen einem sehr dünnen Häutchen an (Fig. 10 *a*), welches unter dem kernhaltigen Flächenhäutchen (Fig. 10 *b*) liegt. An solchen Stellen, wo dieses letztere abgelöst ist, sieht man, die äusserste Schicht der fibrillären Bündel deckend, oft ohne grosse Schwierigkeit dieses glasartig homogene oder sehr schwach körnige, »elastische» Häutchen (Fig. 10 *a*), in welchem nur die eben beschriebenen feinen Fasern verlaufen. Nicht selten erhält man es streckenweise isolirt und erkennt dann, dass es sehr dünn und, die beschriebenen Fasern ausgenommen, ganz structurlos ist. Hie und da findet man an diesem elastischen Häutchen rundliche Löcher, die natürlich zu sein scheinen (Fig. 6). Zuweilen haben sich, wie dies an der Dura cerebri oft vorkommt, die Fasern von dem elastischen Häutchen mehr abgelöst und laufen dann freier unter dem kernhaltigen Häutchen; andernfalls hängen sie mit dem kernhaltigen Häutchen noch so innig zusammen, dass man sie und das elastische Häutchen als noch nicht von demselben vollständig differentirt ansehen kann. Was ist denn dieses letztere? Schon das erste Ansehen derselben entspricht dem der Endothelhäutchen. An der menschlichen Dura sowohl cerebralis als spinalis, der kindlichen wie der erwachsenen, gelang es uns doch nie trotz oft wiederholter Versuche durch das Silberreagenz die Zellencontouren zu erhalten. Bei Thieren, Hund, Katze u. s. w. aber ist uns dies öfters gelungen (S. z. B. Taf. XIX Fig. 8 von der Dura spinalis das Hundes, Fig. 9 von der Dura cerebralis der Katze). Beim Kaninchen konnte die Zellenzeichnung deutlich in doppelten Schichten erhalten werden. Hier wie bei allen Silbernetzen erhält man oft die sog. falschen Stomata, nie aber deutliche, wirkliche Bildungen dieser Art.

Ausserdem lässt sich aber in einer anderen Weise die endotheliale Natur des Flächenhäutchens, auch beim Menschen, erweisen. Es hängt an vielen Stellen mit dem Flächenendothel der Arachnoidea zusammen, nämlich an allen von dieser Haut zur Dura überspringenden Balken (Taf. XIX Fig. 4) und Gefässen sowie auch an den Zacken des Lig. denticulatum (Taf. XIX Fig. 1). Alle diese sind, wie schon oben erwähnt wurde, von endothelialen Scheiden umgeben, und diese Scheiden sind sowohl unmittelbare Fortsetzungen des Flächenendothels der Arachnoidea als desjenigen der Dura. In den feinen überspringenden Balken des spinalen Subduralraumes laufen, wie oben erwähnt ist, kleine Blutgefässe und oft auch elastische Fasern. An gewissen Gegenden, besonders am Falx und in der Fossa cerebelli, findet man das elastische Häutchen in seiner Ausbreitung noch viel mehr zusammengesetzt. Hier ist nämlich oft streckenweise an der inneren Duraoberfläche ein freies durchbrochenes Balkenwerk vorhanden, welches hie und da durch Zweige in der Dura wurzelt, indem die Fibrillen der Balken in ihr ausstrahlen. Dies Balkenwerk ist mit einer Fortsetzung des elastischen Endothelhäutchens der Dura bekleidet. Zuweilen findet man dasselbe nur mit spärlichen Fibrillenbalken versehen, als ein durchbrochenes Häutchen auf der Dura schwebend.

An der inneren Duraoberfläche haben wir, wie vorher aus der Intima piæ beschrieben wurde, also noch ein Beispiel von solchen unter einem Endothel liegenden, elastischen Häutchen, von welchen die Zellen sich leicht ablösen.

Auch an der äusseren Oberfläche der Dura begegnet man ein dem der Innenfläche entsprechendes Häutchen. Schon Wiensky spricht von einer »falschen» Epithelzeichnung an der äusseren Fläche der Dura cerebralis. Zwar gelang es uns nicht beim Menschen hier durch das Silberreagenz die Zellencontouren darzustellen. Beim Kaninchen ist es aber mehrmals geschehen, und an der Dura spinalis des Hundes erhielten wir eben an der Aussenfläche eine schöne solche Zeichnung (Taf. XIX Fig. 7). An dünnen Flächenschnitten, sowohl der Dura spinalis als cerebralis, und dies sogar besonders schön beim erwachsenen Menschen, bekommt man hier ein mehr oder weniger vollständiges, kernhaltiges Häutchen, an dessen Innenseite steife Fasern, gewöhnlich in sehr reichlicher Menge und in verschiedenen Richtungen verlaufen (Taf. XIX Fig. 11, 12 *b*). Um die Kerne finden sich bald keine Protoplasmareste, bald spärliche, bald aber auch reichlichere, und im letzten Falle sind sie mehr oder weniger verzweigt, mit von den Kernen ausstrahlenden Aesten angeordnet. Dies Häutchen bedeckt die äusserste Fibrillenbündelschicht der Dura (Fig. 12 *a*) und grenzt sie sogar am Schädel gegen den Knochen ab. Oft erhält man es in Fetzen hie und da zersprengt; dies findet aber durch das Abziehen von der Schädelfläche leicht eine Erklärung und kann auf innigere Verbindungen mit derselben hindeuten.

Nachdem wir also in allgemeinen Zügen die bindegewebige Structur der Dura mater geschildert, haben wir einer anderen histologischen Bildung in ihr zu gedenken, die schon mehrmals zu etwas verschiedener Auffassung Anlass gab. Es sind dies die Blutgefässe. Die gröbere Anordnung derselben ist meistentheils schon seit Langem in den Lehrbüchern ausführlich beschrieben worden, so dass sie hier fast ganz übergangen werden kann. Einige Verhältnisse derselben werden wir im Capitel über die Arachnoidalzotten näher erwähnen. Die feinere Vertheilung der Blutgefässe bietet an der Dura spinalis nichts Besonderes. Die Maschen sind im Allgemeinen verhältnissmässig spärlich, weit und in die Länge gezogen; an der Innenfläche laufen die kleineren Gefässe. In der Dura cerebralis sind aber die Blutgefässe eigenthümlicher. Es war ja eben hier, wo Boehm das sonderbare, normal nicht blutführende Appendixsystem der Blutgefässe gefunden hatte, welches nach unseren Untersuchungen sich überall als etwas eigenthümlich erweiterte Capillaren und Venen erwies. Zwar sind nachher Paschkewicz und Michel uns in dieser Hinsicht beigetreten. Zur Bestätigung unserer vorigen Angaben geben wir hier in Zusammenhang mit der vorliegenden Schilderung eine Auswahl unserer Abbildungen darüber mit (Taf. XXV und Taf. XXVI). Wir haben diese Gefässe beim Menschen (Kindern und erwachsenen) sowohl als bei einer Reihe von Thieren (Hund, Katze, Pferd, Ochsen, Schaf, Kaninchen, Huhn, Gans u. s. w.), theils an natürlich mit Blut gefüllter Dura, theils mittelst Injectionen von gefärbten Flüssigkeiten, theils nach Durchtränken mit Silberlösung ohne oder mit vorheriger Injection von anderen Flüssigkeiten oder sogar mittelst Injectionen von der Silberlösung selbst dargestellt. Die Injectionen geschahen entweder von den Arterien oder den Venen des Halses aus oder, und dies in ausgedehnter Weise, mittelst Einstich. Es lag nämlich hier die Frage vor, zu entscheiden, ob überhaupt andere Gefässe in der Dura vorkommen als die Blutgefässe, entweder wirkliche Lymphgefässe oder ein solches Appendixsystem wie das von Boehm beschriebene. Wir begannen unsere Untersuchungen mit dem Studium der in natürlicher Weise, d. h. mit Blut, injicirten Dura des Menschen. Hier erwiesen sich, und dies besonders an der blutgefüllten, in Weingeist erhärteten Dura des Schädeldaches, folgende Verhältnisse. An der äusseren Seite laufen in schlingender Anordnung die Arterienzweige (Taf. XXV Fig. 1 *a*, Fig. 2 *a*, Fig. 3 *a*) jederseits von einer gewöhnlich etwas breiteren Vene (dieselben Fig. *v*) umgeben, deren innere Grenzlinie sich den Buchten der Arterie anpasst. Die Arterienzweige und damit auch die beiden Venen theilen sich dichotomisch, und ihre Zweige laufen in spitzem oder rechtem Winkel an der Aussenfläche weiter fort. Die Venen gehen oft Verbindungen mit anderen Venen ein. Auch die Arterien anastomosiren mit einander. An der Innenfläche der Dura findet man ein anderes zierliches Gefässnetz (Taf. XXV Fig. 2) mit im Allgemeinen langgezogenen Maschen. Hie und da sieht man an demselben, besonders an den Knotenpunkten der Maschen, eigenthümliche, ampulläre, oft etwas birn- oder kolbenförmige, gewöhnlich quer liegende, etwas verschieden grosse Erweiterungen (Taf. XXV Fig. 2 *c'*), welche indessen, sowohl als die feinen, capillaren Gefässe selbst (*c*), im natürlichen Zustande immer Blut führen. Wie verhält sich nun dies innere Gefäss-system zu dem äusseren? Bei sorgfältiger Durchmusterung der Präparate findet man, dass hie und da feine Gefässe (dies. Fig. bei *a'*) in schräger Richtung durch die Dura von den Arterien des äusseren Systems nach dem inneren abgehen und sich hier in dasselbe ergiessen. Es sind dies die verbindenden Arterienäste oder die capillaren Arterien. An anderen Stellen sieht man (Fig. 1 bei *v'*) noch etwas grössere Erweiterungen, deren verschiedene, phantastische Formen nicht eben leicht zu beschreiben, aber in hauptsächlicher Auswahl in der angeführten Figur abgebildet sind. Bei näherer Untersuchung findet man, dass diese Säcke, die ge-

wöhnlich quer gegen die Capillaren angeordnet sind, jederseits eine Reihe von solchen in sich aufnehmen, um dann an der Oberfläche noch eine Strecke weiter zu laufen und dann in das Gewebe der Dura hinab in schräger Richtung zu tauchen und sich zuletzt in eine Vene einzusenken (Fig. 2 bei v''). Es sind dies die Venenwurzeln, die Verbindungen der Capillaren der Innenfläche mit den Venen der Aussenfläche. Hier hat man also das vollständige Blutgefäss-system. Auch an der Aussenfläche sieht man hie und da, wenn auch viel spärlicher, mehr capillare Gefässe, und mitten in dem eigentlichen Duragewebe trifft man z. B. an Querschnitten hie und da, die Verbindungszweige ausgenommen, einzelne, gewöhnlich feinere Gefässe. An anderen Stellen der Dura sind die Gefäss-systeme nicht so bestimmt in äussere und innere getrennt, sondern liegen mehr in derselben Fläche (wie an der Fig. 3 der Taf. XXV). Hier sieht man indessen auch die sackartig erweiterten Venenwurzeln die aus den Arterien stammenden Capillaren aufnehmen. Zuweilen sind die Gefässe der Dura rautenförmig oder rhombisch angeordnet (Fig. 4), der Anordnung der zwischenliegenden Fibrillenbündelschichten entsprechend. An gewissen Stellen, besonders am Falx und am Tentorium cerebelli (Taf. XXIV Fig. 1), sind die Gefässe so zahlreich und dicht gedrängt und daneben breit, dass das Gewebe, wenn sie mit Blut gefüllt sind, fast ganz roth erscheint und nur kleine Zwischenräume zwischen den Gefässen vorhanden sind; die weiten Venenwurzeln sammeln sich zu grossen Büscheln, von welchen dann die gröberen Stämme entstehen. Durch Injectionen von den Halsgefässen oder von den Arteriæ meningeæ mediæ aus wurde das beschriebene Gefäss-system, oft in grossen Strecken, vollständig gefüllt, und es erwies sich in ganz derselben Gestalt wie bei der natürlichen Injection. Es war mithin hieraus ziemlich klar, dass die von Boehm gefundenen eigenthümlichen Ampullen nichts Anderes waren, als die oben geschilderten ampullären Erweiterungen der capillaren und venösen Blutgefässe. Um dies näher zu controlliren machten wir eine Reihe von Einstichinjectionen in der Dura: es füllte sich immer dasselbe System von Gefässen; es entstand ausserdem noch, besonders in der Nähe des Einstiches, aber auch etwas entfernter davon, eine Injection anderer Bahnen, die sich, durch Vergrösserung untersucht, als lange, mehr oder weniger cylindrische, parallel neben einander verlaufende, in den verschiedenen Schichten der Dura aber sich kreuzende Röhre. Bei stärkerem Druck drang die Flüssigkeit auch an der Oberfläche der Dura hinaus (s. o.). Von diesen Bahnen, welche keine Blutgefässe sind und keine Aehnlichkeit mit wirklichen Lymphgefässen, besonders nicht mit dem Boehm'schen Appendixsystem haben, wird unten die Rede sein. Durch die Versilberungsmethode gelang es uns nicht selten, ein System von Gefässen mit sehr schöner Endothelzeichnung den Intima darzustellen, welches sich oft gewiss sehr eigenthümlich erwies, in ihrer Form aber vollständige Aehnlichkeit mit dem oben geschilderten Blutgefäss-system darbot (Taf. XXVI Fig. 1, 2). Durch Injection von der Arteria men. med. aus mit Berlinerblau und nachfolgender Silberfärbung gelang es uns direct zu beweisen, dass das erwähnte Gefäss-system mit der schönen Endothelzeichnung eben das Blutgefäss-system war. Auch an diesen versilberten Gefässnetzen konnten wir den Zusammenhang der Arterien mit den ampullären Capillaren und Venen darlegen. Die venösen Erweiterungen sind zuweilen sonderbar gross (Taf. XXVI Fig. 1, 2 v'). Sie stellen dann (wie an der Fig. 1 bei v') sehr eigenthümliche Zusammenflüsse dar. Durch Silberfärbung erhält man ausser den beschriebenen Blutgefässen keine andere Gefässzeichnungen, die für Lymphgefässe angesehen werden können. Dies beim erwachsenen Menschen. Bei Kindern (neugeborenen) findet man ungefähr dieselben Verhältnisse; nur sind im Allgemeinen die ampullären Erweiterungen der Capillaren nicht so gut ausgebildet.

Bei Thieren kommen mehrere Verhältnisse vor. Beim Hund (Taf. XXV Fig. 5) sind sie den des Menschen relativ am ähnlichsten. Es findet sich dieselbe Verbreitung von Arterien und Venen an der Aussenfläche, von Capillaren (c) mit ampullenartigen Erweiterungen (c') an der Innenfläche, die einerseits mit den Arterien in Verbindung stehen, andererseits in den oft stark erweiterten Venenwurzeln (v') sich sammeln, welche durch die Dicke der Dura verlaufen, um in das Venensystem an der Aussenfläche einzumünden. Dies letztere System (v) ist im Allgemeinen ungewöhnlich stark entwickelt mit sehr breiten kurzen Maschen, die nur kleine Inseln zwischen sich lassen. Durch Injectionen sowie durch Silberfärbung erhält man immer dasselbe System von Blutgefässen, aber keine Lymphgefässe; so auch bei der Katze. Beim Kaninchen (Taf. XXV Fig. 6) sieht man an natürlich sowie an künstlich injicirter Dura die langen schmalen Arterien (a) in kurze Capillarnetze (c), die keine eigentliche ampullen- oder sackähnliche Erweiterungen besitzen, übergehen, welche sich dann zu hie und da befindlichen Venenseen (v') sammeln, die sich durch abführende Duravenen oder noch häufiger durch Schädelvenen ergiessen. Nach Silberfärbung (Taf. XXVI Fig. 4) erhält man das bekleidende Endothel dieses Gefäss-systems schön gezeichnet; besonders die venösen Seen (v) geben in dieser Weise mit den braun gefärbten Zwischenräumen sehr hübsche Bilder, die ganz betreffs ihrer Form und Anordnung mit den oben beschriebenen Injectionsbildern übereinstimmen. Auch beim Kaninchen erhält man keine Lymphgefässe.

Beim Ochsen (Taf. XXVI Fig. 3) und beim Schafe trifft man indessen ein ganz anderes Gefäss-system. Hier sind nämlich weder bei natürlicher noch bei künstlicher Injection etwaige eigenthümliche, sackartig erweiterte Gefässe zu sehen. Die langen schmalen Arterien (*a*) biegen durch schlingenförmige Capillaren (*c*) in ganz gewöhnliche Venen (*v*) um, welche dann neben den Arterien ihren Weg nehmen. Durch Behandlung mit Silberlösung (wie an der angeführten Fig. 3) sieht man sehr schön die Anordnung dieses ganzen Blutgefäss-systems, dessen Maschen weit und relativ spärlich sind; die Endothelzeichnung in der Wand der Gefässe wird auch in diesen Bildern sehr zierlich. Kein anderes Gefäss-system, keine Lymphgefässe u. s. w. treten durch Injectionen oder andere Methoden hervor. Auch bei einigen Vögeln (Huhn, Gans) untersuchten wir die fraglichen Verhältnisse. Auch hier fanden sich nur erweiterte Venen, keine ampullenartige Erweiterungen der Capillaren und keine Lymphgefässe; im Vorbeigehen mag erwähnt werden, dass bei diesen Vögeln die Arterien oft eigenthümliche Knäuel von dicht gedrängten Schlingen bilden.

Aus dieser Darstellung geht also hervor, dass beim Menschen und einigen Thieren die feineren Blutgefässe, besonders die Capillaren und Venenwurzeln der Dura cerebralis eigenthümlich gestaltet, d. h. mit merkwürdigen Erweiterungen versehen sind, dass diese erweiterten Gefässe aber nicht blutlose Anhängsel der Blutgefässe sind, sondern normalmässig immer Blut führen, dass sie also gar nicht zu den Lymphgefässen zu zählen sind und endlich, dass wirkliche Lymphgefässe durch keine der angewandten Methoden dargestellt werden konnten. Bei anderen Thieren sind die Blutgefässe der Dura gar nicht oder fast nicht eigenthümlich gestaltet, woneben keine andere Gefässe in ihr wahrzunehmen sind.

Bei Besprechung der Einstichinjectionen wurde erwähnt, dass sich oft in dem Gewebe der Dura bei diesen Injectionen eigenthümlich gestaltete R ö h r e n s y s t e m e füllen. Es schiesst nämlich die Injectionsflüssigkeit von der Einstichstelle in stiftförmige Figuren aus, die einander parallel und nahe stehend sind (Taf. XXIV Fig. 3, 4, 5). Wenn, wie es gewöhnlich geschieht, die Injection in mehrere Schichten der Dura eindringt, kreuzen die Röhrensysteme der verschiedenen Schichten einander unter verschiedenen Winkeln in der Richtung der Fibrillen (Fig. 3, 4). Wenn die Injection stark wird, stehen die Röhre so dicht gedrängt, dass man kaum das Duragewebe erblickt. Die Röhre stimmen in ihrer Gestalt ganz mit den Bowman'schen »corneal tubes» überein. Jedes Rohr ist gewöhnlich ganz gerade, scheint im Allgemeinen cylindrisch zu sein, wie an den Querschnitten besonders gut zu sehen ist (Fig. 6), und endet spitz. Sie lösen sich oft (Fig. 5) in eine Anzahl feinerer, entweder dicht beisammenliegender oder von einander sich trennender Röhrchen auf. Man sieht dann nur einen dünnen Streifen des Duragewebes zwischen den einzelnen Röhrchen. Sie anastomosiren indessen nur mehr selten mit einander. Natürlicherweise muss die Gestalt und Anordnung dieser Röhrensysteme eben durch den Bau der Dura, durch die Anordnung der Fibrillenbündel, bedingt sein. Sie bieten mithin die Anordnung der Spaltensysteme in der Dura dar. Es entsteht nun die Frage, ob diese Räume natürlich präformirt d. h. natürliche Bahnen sind. Das ist aber eine etwas zu schwierige Frage, um sie hier endgültig zu beantworten. Zwar ist es mehr als wahrscheinlich, ja sogar nothwendig, dass wirkliche Saftcanalsysteme in der Dura vorkommen. Durch Injectionsmethoden sind indessen ausser den Blutgefässen diese die einzigen Canäle, die dargestellt werden können; also ist es auch höchst wahrscheinlich dass diese Röhrensysteme die S a f t c a n ä l e darstellen. Für ihre natürliche Existenz spricht ferner in hohem Grade der Umstand, dass sie bei sehr gelinder Injection der Blutgefässe streckenweise von ihnen aus sich füllen (Taf. XXIV Fig. 7). Bei Injectionen von dem subduralen und den subarachnoidalen Räumen aus, in Zusammenhang mit der Injection der Arachnoidalzotten und der Blutgefässe findet man sie oft stellenweise gefüllt, wobei sie theils bestimmt von den Blutgefässen aus injicirt wurden, theils aber war unter anderen Verhältnissen möglicherweise auch die Masse von ihnen aus in die Blutgefässe eingedrungen. Dies spricht also für das Vorhandensein von Stomata im Venenendothel, eine Thatsache, die wir aber nicht direct wahrnehmen konnten.

Wie sind nun diese in der verschiedenen Weise injicirten Bahnen begrenzt, und wie verhalten sie sich zu den die Dura zusammensetzenden Gewebstheilen? Wenn man an dünnen Lamellen der injicirten Dura die Zellenkerne durch essigsaures Carmin färbt, sieht man bald, dass die injicirten Röhre den Zellenreihen folgen. Bei stärkerer Injection werden diese letzteren sogar durch die Röhre ersetzt. Hie und da findet man Zellenkerne, welche dicht an den Seiten der Röhre liegen.

Wenn man statt des Richardsonschen Blaues eine leichtflüssigere Masse anwendet, besonders die von Ludwig eingeführte ausgezeichnete Masse aus Asphalt, welches in Chloroform gelöst ist, erhält man bei Stichinjection den schon beschriebenen ähnliche Bilder. Nur läuft die Masse viel leichter und reichlicher in dem Duragewebe umher, ohne

solche Zerreissungen, Sprengungen und Aufblähungen zu bilden, welche sonst in der Regel bei der Stichinjection vorkommen. Die Asphaltmasse läuft auch sehr leicht in die Blutgefässe über, und besonders in ihrer Umgebung werden in ausgedehnter Weise die Röhre injicirt. So besonders bei den feineren, an der Durainnenfläche in den Spalten des Gewebes laufenden Gefässen. Die mit Asphalt injicirten Röhre sind im Allgemeinen länger und schmaler als die mit Blau darzustellenden. Sie haben aber auch oft in anderer Beziehung eine verschiedenartige Gestalt; man sieht nämlich in der Regel an ihnen spindelförmige Verdickungen mit schmaleren Partien alternirend. Oft werden, besonders am Rande der Injectionsstelle, diese letzteren sehr fein, fadenförmig, oder sie verschwinden sogar vollständig, so dass nur die reihenweise angeordneten, spindelförmigen Verdickungen zurückbleiben. Hie und da sieht man die Röhre sich theilen, sogar in mehrere Zweige ausschiessen, welche dann nach verschiedenen Richtungen auslaufen können. Nach Färbung der Durazellen, besonders durch essigsaures Carmin, findet man auch bei dieser Injection, dass die Röhrensysteme den Zellenreihen folgen, oder sogar bei reichlicher Füllung sie substituiren. Hie und da sieht man Zellenkerne den Seiten der Röhre, d. h. ihren verdickten Stellen oder den einzelnen spindelförmigen Injectionsfiguren innig anliegen. Aus diesen Bildern geht nun hervor, dass die Injection zwischen den Fibrillenbündeln läuft und eben den Zellenreihen folgt, ja dass die Masse sich besonders an den Stellen sammelt, wo die Zellen liegen: davon hängt eben die spindelförmig erweiterte Gestalt der Injectionsröhre ab. Bisweilen sind indessen diese Figuren nicht röhrenförmig, sondern abgeplattet, bisweilen sieht man sie auch halbrinnenförmig die Bündel umfassen.

Wenn man, besonders mit dem Richardsonschen Blau, die Injection weiter treibt, sowie auch hie und da andernfalls, (Fig. 5), wird zuletzt das ganze Gewebe von der Flüssigkeit imbibirt, so dass die Tuben verwischt werden. Dabei läuft die Masse sogar in den Bündeln selbst, d. h. interfibrillär.

Die von Michel beschriebenen, sog. »epiduralen» Räume zwischen Dura und Knochen haben wir nicht constatiren können. Nie konnten wir von der Dura aus solche Räume füllen; ja es gelang uns sogar nie, durch Einstich zwischen Dura und Knochen ein wirkliches Höhlensystem hier zu füllen, sondern nur die Dura in grösserer oder kleinerer Ausdehnung vom Knochen abzusprengen. Dass man dabei die Injectionsflüssigkeit auch ins Innere der Dura einpressen kann, ist leicht erklärlich. Durch andere Methoden konnten wir auch nicht diese epiduralen Räume darstellen.

In der Dura cerebralis des Menschen fanden wir indessen, besonders an gewissen Stellen, eine andere Art sehr eigenthümlicher Höhlen oder Lacunen, welche für die Dura von Wichtigkeit sein können (Taf. XXIII). Jedenfalls sind sie in histologischer Beziehung sehr merkwürdig. Wenn man einen Verticalschnitt an einer (in Alkohol, Müller'scher Lösung und Alkohol oder noch besser in Ueberosmiumsäure) gut erhärteten Dura in der Nähe des Sinus longitudinalis macht, findet man das Gewebe bei Vergrösserung gewöhnlich mehr oder weniger cribrirt, d. h. von einem Höhlensystem durchzogen, dessen einzelne Räume ungefähr dieselbe Form und Grösse zeigen und von keiner organisirten Substanz, nur von klarer Flüssigkeit, erfüllt sind (Fig. 1). Oft ist dies Lacunensystem so reichlich, dass die zwischenliegenden Scheidewände des Duragewebes nur als ein dünnes Balkensystem erscheint. An anderen Stellen sind die Lacunen spärlicher, das Duragewebe reichlicher. Sie können sich in der äusseren sowohl als in der mittleren Schicht der Dura befinden, zuweilen aber seltener auch in der inneren. Besonders zahlreich sieht man sie in der an Querschnitten dreieckigen Partie, welche beiderseits die Seitenwände des Sinus longitudinalis bildet sowie auch seitlich von ihr und über dem Sinus, im Dach desselben. An dem Verticalschnitt stellen sie sich in quer getroffenen Bündelschichten rundlich (Fig. 1 *b*, 6, 9), in längsgetroffenen aber mehr oval oder rundlich-oval dar (Fig. 1 *a*, 7). Schon bei schwacher Vergrösserung sieht man an den letzteren oft, dass sie an den Enden spitz ausgezogen sind. Dies ist gewöhnlich noch deutlicher an den Flächenschnitten, wo man sonst dieselbe Anordnung der Lacunen sieht. Wenn man die Präparate bei stärkerer Vergrösserung untersucht, findet man, dass diese Lacunen im Allgemeinen nicht direct zusammenhängen, sondern neben einander liegen, oft durch nur dünne bindegewebige Wände von einander getrennt. Hie und da sieht man sie doch (Fig. 6 *a*) in offener Verbindung mit einander stehen; zuweilen münden sogar mehrere von ihnen zusammen. Im Allgemeinen ist die Grundform der Lacunen die einer an zwei entgegengesetzten Enden spitz ausgezogenen, rundlichen oder ovalen Blase, so dass der Längsschnitt rundlich oder oval, der Querschnitt gewöhnlich rund ist. Hie und da sieht man auch sanduhrförmige Lacunen, indem an einer solchen länglich-ovalen Blase eine Einschnürung in der Mitte vorhanden ist, als ob zwei Lacunen mit einander zusammengeflossen wären (Fig. 7 *a*). Die beiden Ausläufer werden durch eine mehr oder weniger schnelle Verengerung der Lacunen gebildet; sie sind canalförmige Röhren, welche oft eine Strecke von der Lacune aus verlaufen, ehe sie zugespitzt enden. Zuweilen hängen zwei Lacunen durch ihre Ausläufer zusammen. Die Grösse der Lacunen wechselt. Es giebt sehr kleine von 0,015 Mm. und grössere bis auf

0,15 Mm. Länge. Die gewöhnliche Grösse ist ungefähr von 0,07 Mm. Länge und 0,05 Mm. Breite. Sie liegen im Bindegewebe der Dura zerstreut, mit der Längsaxe den Durabündeln parallel. Die Durabündel biegen sich in schwachen Krümmungen um die Lacunen, diese also zwischen sich aufnehmend. Die canalförmigen Ausläufer der Lacunen kann man zwischen den Bündeln mehr oder weniger weit verfolgen, bis sie zwischen denselben spitz enden. Zuweilen sind diese Ausläufer aber nur kurz. Nachdem wir an der Innenseite der Lacunen einen bekleidenden Zellenbeleg vergebens gesucht hatten, gelang es uns aber ein dünnes elastisches Häutchen an derselben zu finden (Fig. 9 *a*). Dies Häutchen, welches eine Menge feiner Fasern enthält und deswegen am Querschnitt wie punktirt erscheint, liegt der Wand der Lacune so dicht an, dass es nur schwierig sich davon ablöst. Nach Eintrocknen und Wiederaufweichen der Dura gelingt dies indessen sehr oft; dabei bleibt an den Schnitten das Häutchen mehr oder weniger von der Wand getrennt als eine rundliche, ovale oder sonst verschieden gestaltete Figur im Inneren der Lacune liegen, gewöhnlich aber durch feine Fasern mit der Wand vereinigt (Fig. 7 *b*, 9 *b*). Nicht selten sieht man die Lacunen von einem sehr eigenthümlichen Balkennetz durchzogen, welches mehr oder wenig reichlich sein kann. Dies Netz (Fig. 8 *A*, *B*) besteht aus glänzenden Fasern, den elastischen sehr ähnlich, welche von der Lacunenwand, oft mit verbreiterter Basis, ausgehen und sich im Inneren der Lacunen in verschiedener Weise verzweigen und anastomosiren. Zuweilen sind diese Balken relativ grob, zuweilen und gewöhnlich aber fein; zuweilen so fein, dass man sie bei stärkster Vergrösserung kaum wahrnehmen kann; an solchen feinen Fasern kommen oft kleine glänzende Knoten vor. Zwischen den Häutchen und der Lacunenwand sieht man hie und da Zellenkerne. Das zwischen den Lacunen befindliche Bindegewebe ist wie sonst gebaut und enthält zwischen seinen Bündeln die gewöhnlichen Zellenformen und elastischen Fasern. Ausser den beschriebenen elastischen Balkennetzen enthalten die Lacunen nichts als klare Flüssigkeit, besonders keine Gewebsbestandtheile; sie können deswegen möglicherweise als eine Art Behälter des Gewebssaftes angesehen werden.

Wir haben manche Versuche gemacht, die Lacunen zu injiciren; dies gelang merkwürdigerweise fast nie. Wenn wir durch Stichinjection das Röhren- oder Spaltensystem (Saftcanalsystem) der Dura in der Nähe der Lacunen füllten, blieben dieselben von der Injectionsflüssigkeit unberührt und wenn wir mitten zwischen ihnen die Flüssigkeit einführten oder sogar stärker einpressten, konnte in grosser Ausdehnung eine interfibrilläre Injection entstehen, ohne dass sie davon in sich etwas aufnahmen. Sie lagen sogar als zerstreute oder reichlichere, helle, ampulläre Blasen mitten im vollständig infiltrirten Duragewebe. Die Flüssigkeit umgab sie rings, von ihrem Lumen nur durch ein dünnes Häutchen getrennt. Nur in einigen sehr seltenen Fällen war dieselbe wirklich mehr oder wenig in sie eingedrungen. Dies Verhalten bei der Injection des Duragewebes spricht natürlicherweise im höchsten Grade gegen eine offene Verbindung der Lacunen mit dem übrigen Saftcanalsystem der Dura. Als wir diese sonderbaren Gebilde zuerst fanden, hielten wir es für möglich, dass sie etwaige Kunstproducte sein könnten, z. B. durch Eintreibung von Luft bei der Herausnahme der Dura entstanden. Nach genauen Untersuchungen besonders an Osmiumpräparaten, überzeugten wir uns indessen auf das Bestimmteste von ihrem normalen Vorhandensein. Luftblasen, welche so leicht kenntlich sind, findet man in den Lacunen nicht. Die Lacunen kommen an mehreren Stellen der Dura vor, fast nur aber in der Nähe der Sinus, und zwar in etwas wechselnder Anzahl. Bisher sahen wir sie nur beim Menschen. Aber nicht nur um den Sinus longitudinalis sind sie vorhanden sondern auch um den Sinus transversus (Fig. 6, 9), wo sie reichlich vorkommen können, und um den Sinus petrosus superior (Fig. 3, 5).

Betreffs der Verbreitung der in der Dura vorhandenen, von den Verfassern so vielfach besprochenen N e r v e n und Nervengeflechte haben wir nichts Neues zu berichten. Ihren feineren Bau untersuchten wir beim Hunde und Kaninchen. Auch hier, in der fibrösen Dura eingeschlossen, sind sie von einem dünnen Perineurium umhüllt, das sehr schöne Endothelzeichnung durch Silberlösung giebt und sich an jeder Theilung des Stämmchens theilt, wobei oft die Scheide etwas weiter absteht. Eben an den Nerven der Hundedura fanden wir zum ersten Mal im Jahre 1869 die perineurale Endothelzeichnung (S. f. unten). Bezüglich der Endigungen dieser Nerven konnten wir nicht ins Klare kommen. Beim Kaninchen begleiten die Nervengeflechte gewöhnlich die grösseren Gefäss-stämme. Einmal sahen wir neben einem solchen eine Bildung, die einem kleinen Ganglion sehr ähnlich war.

An allen Stellen, wo Arachnoidalzotten vorkommen, ist die Dura in eigenthümlicher Weise cribrirt. In der Taf. XXVII Fig. 2, 6, 7 haben wir diese Cribrirung wiederzugeben versucht. Es laufen hier dickere Balken in kreuzenden Richtungen, zwischen sich Löcher frei lassend, durch welche die Zotten hineinschiessen. Ueber das nähere Verhältniss der Dura zu diesen Zotten sowie ihren Uebergang an den Nervenwurzeln und ihren Antheil an der Zusammensetzung der spinalen Ganglien wird hier unten in den betreffenden Capiteln berichtet werden.

Die Arachnoidalzotten oder die sogenannten Pacchionischen Granulationen.

Geschichtliches.

Pacchioni [1]) wurde der eigentliche Entdecker dieser Bildungen. Zwar waren sie schon früher von einigen Anatomen gesehen und erwähnt, und zu etwa derselben Zeit wie Pacchioni wurden sie auch von Mery berücksichtigt. Pacchioni widmete ihnen indessen eingehendere Untersuchungen und schrieb ihnen sogar eine eigene physiologische Function zu. Nach ihm sollen sie nämlich conglobirte Drüsen sein; davon rührt auch ihr älterer Nahme »Glandulæ Pacchioni» her. Er fand sie constant nur an den Seiten des Sinus longitudinalis; in den lateralen Sinus entweder gar nicht oder nur sehr selten und spärlich. Sie sind nach ihm rundliche, verzweigte, gewöhnlich gedrängt, selten einzeln liegende Körper, welche indessen, bei Greisen, nicht nur ins Innere des Sinus einschiessen, sondern auch in den Zwischenräumen der sehnigen Fasern der Dura die Pia erreichen und grösstentheils ihr anhaften. Aus diesen Drüsen gehen zahllose Fasern aus, welche sämmtlich Ausführgänge darstellen, die nie früher gesehen wurden; diese lymphatischen Gefässe, welche sich Blutgefässen anschliessen, wachsen in die Pia hinein und haften an ihr. Die beiden Häute hängen theils durch diese Gefässe zusammen, theils auch durch Fasern, die aus der Dura selbst stammen. Wenn man die Häute auseinander reisst, fliesst aus den Gefässöffnungen deutliche Tropfen einer Flüssigkeit, nämlich sowohl Blut als eine durchsichtige Lymphe. »Es ist nicht eben schwer den Verlauf dieser Lymphgefässe innerhalb der Pia zu verfolgen; sie hängen nämlich den Seiten der Blutgefässe an und begleiten diese in allen ihren Ausspreitzungen. Sie erscheinen sowohl an der Oberfläche der Pia als in ihren getrennten Partien, welche die Windungen des Gehirns bekleiden; diese werden von ihnen in hohem Grade befeuchtet». Die Drüsen geben aber keine Flüssigkeit zum Sinus selbst ab; sie sind nämlich durch eine ihr angehörige, sehr feine Membran, welche sie wie in einem Sack umschliesst, von dem Sinus getrennt.

Haller [2]) beschreibt die »Glandulæ in dura membrana» als harte, rundliche, warzenähnliche, in Haufen angeordnete Drüsen, welche zerstreut auf der oberen Fläche des Gehirns, an den Seiten des Ursprungs des Sichels, in den Zwischenräumen der netzförmig gewebten Fibern dieser Membran und in kleinen Grübchen des Schädels sitzen. Die Wurzel des Haufens hängt mit der Arachnoidea zusammen; der eigentliche Haufen befindet sich zwischen den netzförmigen Streifen der Dura; die Spitze steigt aus der äusseren Fläche der Dura empor. Daneben finden sich andere ähnliche, hinreichend beständige, zahlreiche Drüsen in der ganzen Länge des »Sinus falciformis» in den Zwischenräumen der Fibern der inneren Schicht. An der Insertion der grossen Venen dieses Sinus pflegen sie zu sitzen, und einige sollen die Höhle des Sinus selbst erreichen, andere von dem Sinus durch eine Membran abgetrennt sein. »Noch andere in Haufen gesammelte Drüsen habe ich», sagt Haller, »an der vorderen Grenze des Tentorium cerebelli gefunden»; »vielleicht», sagt er, »sind diese die von einigen Verfassern des vorigen Jahrhunderts (Glaser, Collins) erwähnten, zahlreichen Drüsen rings um das Cerebellum. Pacchionus aber hat sie an den Sinus laterales verneint. Die, welche Vieussens am Stamm des Nervus quintus beschrieben hat, erinnere ich mich nicht gesehen zu haben. Ihr Entdecker (Pacchioni) hat diese Drüsen als conglobirte betrachtet und er meint, dass sie Gefässe aussenden, durch welche sie Lymphe absondern. Es ist aber aus der Beschreibung selbst sehr verdächtig, dass diese Gefässe nicht von dem zellulösen Gewebe sich unterscheiden».

[1]) Antonii Pacchioni regiensis Medici et Anat. Romani Opera. Editio quarta. Romæ 1741. Bes. d. Epistola ad Lucam Schrokinm 1705.
[2]) Elementa physiologiæ corporis humani. Lausannæ. T. IV. 1762.

Nach Sömmerring [1]) sind die an der inneren Fläche der harten Hirnhaut vorkommenden Pacchionischen Körperchen Lymphdrüsen ähnlich; sie hängen bisweilen innig mit der Gefässhaut zusammen und nehmen nur Grübchen in der Dura ein. Bei älteren Individuen finden sich ausserdem kleinere, gelbliche, in Haufen angesammelte Körperchen an der Membrana Arachnoidea.

Ueber die »Körperchen auf und unter der äussern Hirnhaut zu beiden Seiten der grossen Sichel» äussern die Gebrüder Wenzel [2]) Folgendes: »Die Zergliederer waren bisher über die Natur, den Ursprung und Zweck dieser Körperchen noch nicht zu einem festen Resultate gekommen. Viele halten sie noch für drüsenartig; die meisten gestehen, dass wir dieselben noch nicht hinreichend kennen. Wir untersuchten diese Körperchen an vier und sechzig Hirnen von Menschen des verschiedensten Alters, und an den Hirnen von mehreren Säugethieren, und können uns vielleicht freuen, über ihren Ursprung, wahren Sitz, Form, Grösse, Menge, Farbe, Konsistenz, innere Beschaffenheit, Stoff und Zweck ihres Daseyns, keinen Zweifel mehr übrig gelassen zu haben. Beym Fötus kommen sie durchaus noch nicht vor; man findet sie in der Regel um so zahlreicher, je älter der Mensch ist, dessen Hirn man untersucht. Die Stelle, wo man sie findet, ist der obere und innere Rand beyder Hirnhälften, doch mehr in der Mitte desselben und nach hinten zu, als nach vorn. Diese Körperchen haben ihren ursprünglichen Sitz in der Gefässhaut, und ruhen mit ihrer Basis meistens auf den grössern Venenstämmen, die sich in den grossen Blutleiter ergiessen. Von hier aus breiten sie sich bey ihrem Wachsthume theils nach den Seiten, theils in die Höhe zwischen die Fibern der äussern Hirnhaut aus. Desswegen findet man sie vorn am Anfange der grossen Sichel viel weniger zahlreich, weil hier die in den grossen Blutleiter sich ergiessenden Venenstämme viel kleiner sind, als in der Mitte und hinten. Sie hängen nicht organisch, nicht durch Gefässe, untereinander zusammen; liegen bald mehr bald weniger gedrängt oder zerstreut, und werden von der Schleimhaut bedeckt, oder zufällig miteinander verbunden. Lymphe, die aus den Gefässen der innern Hirnhaut abgesondert wird, ist der Stoff, aus dem sie gebildet werden. Ihre Figur ist ungemein variirend, rundlich, eyförmig, eckig, halbmondförmig u. s. w.; sie hängt meist von der Form der Räumchen ab, welche die Fibern der harten Hirnhaut, gegen welche die sich verdickende Lymphe angedruckt wird, unter sich bilden. Auch ihre Menge ist sehr verschieden. Bei Menschen desselben Alters findet man bald viele, bald nur wenige Körperchen; nur soviel kann man in dieser Hinsicht als einigermassen beständig behaupten, dass sie um so zahlreicher erscheinen, je älter die Subjekte sind, die man untersucht. Allein ganz fest bestimmt ist das Verhältniss der Zahl dieser Körperchen mit der Menge und mit der Zeit der zwischen die Hirnhäute ausgetretenen Lymphe. Je grösser die Menge von dieser und je zäher ihre Beschaffenheit, und folglich je länger vor dem Tode sie ausgetreten ist, um so grösser ist auch die Menge jener Körperchen. Man findet daher bey ungewöhnlich vielen Körperchen auch viele und zähe Lymphe zwischen den Hirnhäuten; die Körperchen selbst in diesen Fällen stets gelblich, und undurchsichtig geworden. Vorzüglich häufig findet man sie bey hypochondrischen, melancholischen, epileptischen Subjekten, bey Menschen, die an langwierigen Kopfübeln litten, überhaupt nach Krankheiten, die mit starken Anhäufungen des Bluts im Kopfe verbunden sind. Die Farbe der Körperchen ist sehr verschieden, sie spielt von dem weissen durch alle Mittelstufen bis ins bräunliche; sie sind um so weisser, je kleiner, dünner, weicher, überhaupt, je jünger sie sind; sie sind um so mehr gelb oder bräunlich, je grösser, dicker, härter, überhaupt, je älter sie sind. Ganz analog den Veränderungen der ausgetretenen Lymphe in andern Höhlen des Körpers. Wir durchschnitten viele von ihnen und untersuchten sie sorgfältig mit dem Vergrösserungsglase; inwendig haben sie immer dieselbe Farbe wie ausserhalb, ihr Inneres zeigt durchaus keine Spur von Organisation. Durch diese und andere unwiderlegbare Beweise wird es ausser allen Zweifel gesetzt, dass die sogenannten pacchionischen Drüschen nichts anders sind, als von den Gefässen der innern Hirnhaut abgesonderte oder ausgeschwitzte, kränklich angehäufte, stockende, verdickte, durch die netzförmige Struktur der äussern Hirnhaut geformte Lymphe, auf welche Meynung wir schon im Jahre 1791 gekommen waren».

Burdach [3]) sah in den Pacchionischen Körperchen eine Abnormität, welche so häufig vorkommt, dass man sie lange Zeit für normal gehalten hat. Es sind Körnchen oder Klümpchen, aus ergossner und geronnener Lymphe bestehend, welche an der äusseren Fläche der Gefässhaut, besonders in der Nähe des obern Sichelblutleiters und namentlich der Venenmündungen in demselben vorkommen. Bei Embryonen fehlen sie, bei Kindern sind sie selten,

[1]) De corporis humani fabrica. T. IV. 1798.

[2]) Prodromus eines Werkes über das Hirn des Menschen und der Thiere. Tübingen 1806.

[3]) Vom Baue und Leben des Gehirns. Leipzig 1819—22. — Beyträge zur nähern Kenntniss des Gehirns. 2 Theil. Leipzig 1806.

im hohen Alter häufiger, nach anhaltenden Congestionen gegen den Kopf am häufigsten und grössten. Sie haben die Grösse von Hirsenkörnern bis zu der einer Erbse; sind anfangs weiss und weich, späterhin gelblich oder graulich und fester; sind sie grösser, so ragen sie durch die feste Hirnhaut, welche sie entweder ausdehnen oder auch durchbohren, hervor in ihnen entsprechende Grübchen des Schädels, welche sie veranlassen, indess die Hirnhäute in ihrer Nähe unter einander verwachsen sind.

Calmeil [1]) nennt die Pacchionischen Granulationen kurzweg »Vegetationen oder Granulationen der Pia mater» oder andermals »fungöse Geschwülste», welche die Dura mater durchbohren und die innere Glastafel in bedeutender Ausdehnung usuriren, nimmt aber nur diesen Grad der Entwickelung für die pathologische Deutung dieser Gebilde in Anspruch. »Die Granulationen der Pia mater erwecken gewöhnlich nicht die Aufmerksamkeit; in gewissen Fällen haben sie doch eine solche Entwickelung erhalten, dass man sie beachten muss.» »Die Vegetationen sind bald auf beiden, bald nur auf einer Hemisphäre vorhanden.»

Andræ [2]) nimmt die Pacchionischen Granulationen summarisch als pathologische Producte der Pia mater in Anspruch, und stellt sie den Verwachsungen der Pleuren zur Seite, welche von älteren Anatomen ja auch unter dem Namen Ligamenta pleuræ als normale Zustände hingestellt wurden; nach ihm ist ihr Vorkommen gar nicht constant.

Nach Cloquet [3]) finden sich die Pacchionischen Granulationen weder bei Kindern, noch bei allen Individuen. Ihr feinerer Bau und ihre Function sind nach ihm völlig unbekannt. Sie führen Gefässe, aber keine Nerven. In den Sinus longitudinalis dringen sie oft ein, sind dann von der inneren Haut desselben bedeckt. Man bemerkt wenige von ihnen am Torcular Herophili, mehr am occipitalen Theil der Sinus laterales. Im Sinus rectus findet man sie zuweilen an der Mündung der Galen'schen Venen. In den übrigen Sinus fehlen sie. In der Pia mater trifft man auch entsprechende Körperchen, besonders längs dem Sinus longitudinalis sup., um die cerebralen Venen. Hier sind sie von der Arachnoidea umhüllt, und ihre Grösse wird beträchtlicher je näher sie dem Sinus stehen. Einige gehen zwischen den Fibern der Dura, welche die Venen durchlassen, und sie stehen in etwaiger Weise in Verbindung mit den Granulationen des Sinus. An der Basis des Gehirns und an den übrigen Sinus finden sich keine ähnliche Verhältnisse. Auch die »innere» Pia mater trägt solche Granulationen, besonders an den Plexus chorioides, sogar des viertes Ventrikels.

In Hildebrandt-Webers Handbuch [4]) werden diese Bildungen in folgender Weise beschrieben. »Theils zwischen den beiden Platten der harten Hirnhaut, theils auf ihrer auswendigen Platte, am obern Theile derselben, meist in der Nähe der Sichel, liegen hie und da kleine Körperchen (Glandulæ Pacchioni), an unbestimmten Stellen, von unbestimmter Anzahl, welche von verschiedener Gestalt, meist rundlich, von verschiedener Grösse, theils weicher, theils härtlicher, röthlich oder gelbbräunlich sind. Einige derselben liegen dicht zusammen. Die inwendige Fläche der Hirnschale hat Grübchen, in denen sie liegen, so weit sie aus der harten Hirnhaut herausragen. Andere ähnliche liegen an den Fortsetzungen der inwendigen Platte, welche die Sichel ausmachen. Der Nutzen dieser Körperchen ist noch unbekannt. Einige haben sie mit Unrecht für Glandulæ conglobatæ gehalten. Bei Kindern fehlen sie.»

Valentin [5]) sagt von den Pacchionischen Körperchen: »Selten auf der äusseren, häufig aber auf der inneren Fläche der harten Hirnhaut (sowie an manchen anderen Stellen, z. B. in der Nähe der Flocken, an den grossen Einschnitten des grossen und des kleinen Gehirnes u. s. f.) liegen, oft vorzüglich beiderseits längs der Sichel, weissliche, gelbliche, röthliche oder gelblichbraune, plattrundliche Körperchen, welche stets Producte krankhafter Ausschwitzung und keine besonderen Lymphdrüsen zu seyn scheinen, bisweilen feinste Blutgefässe in sich haben, oft mit der Gefässhaut innig verbunden sind, sich nicht selten Höhlungen in dem benachbarten Theile der harten Hirnhaut und selbst der Innenfläche der Schädeldeckenknochen ausgraben, die erstere dann häufig durchbohren, mitunter auch sich in die Höhlung des oberen Sichelblutleiters eindrängen und den Namen der Pacchionischen Drüsen (glandulæ Pacchionii) führen. Sie bestehen entweder aus Exsudatkörperchen oder, wenn sie älter sind, aus festen cylindrischen Exsudatfasern, in welchem letzteren Falle sich ihre Bestandtheile oft als hirsenkorn-ähnliche Bläschen oder so geformte solide Körperchen darstellen. Neben ihnen finden sich nicht selten andere krankhafte Exsudate.»

---

[1]) De la paralysie considerée chez les alienés. 1826. — Nach L. Meyer in Virchow's Archiv. Bd. 19.

[2]) Clinique médicale d. malad. d. l'enceph. — Nach L. Meyer in Virchow's Archiv. Bd. 19.

[3]) Traité d'Anatomie descriptive. Quatrième edition. T. II. Paris 1828.

[4]) Handbuch der Anatomie des Menschen. 4:te Ausg. Bd. III. Braunschweig 1831.

[5]) Sömmerring's Hirn- und Nervenlehre, umgearbeitet von G. Valentin. Leipzig 1841. (4:te Bd. von Sömmerring's »Vom Baue des menschlichen Körpers»).

C. F. T. Krause [1]), der die Pia mater und Arachnoidea jede für sich beschreibt, rechnet die Pacchionischen Granulationen zur Pia. Sie finden sich in ihr öfters, vorzüglich bei älteren Menschen, sind aber keine Drüsen, sondern abnorme Bildungen, die zuweilen die Dura mater durchbohren.

Rokitansky [2]) beschreibt die Pacchionischen Granulationen als Texturerkrankungen der Arachnoidea. Sie haben nach ihm keine andere Bedeutung als die der fibroiden Verdickung einer serösen Haut in granulirter Gestalt. Durch Druck drängen sie die Faserung der harten Hirnhaut auseinander und betten sich in derselben ein, durchbohren sie und lagern sich in eigene Grübchen und Gruben im Schädelknochen ein; auf diese Weise vermitteln sie auch eine regelwidrige Adhæsion der Cerebral-Arachnoidea an die harte Hirnhaut. Ihr gewöhnlicher Sitz ist der Sichelrand der Hemisphären, wo sie häufig auch die Wandung des Sinus long. sup. durchbohren und in dessen Höhle hereinragen. Sie sind fast constant, so dass man sie kaum je, selbst bei jüngeren Individuen vermisst. Bei Individuen, die an Congestionszuständen gelitten haben, sind sie beträchtlicher.

Nach Cruveilhier [3]) stammen die Pacchionischen Granulationen aus dem subarachnoidalen Gewebe. Er sagt, dass er keine bestimmte Ansicht weder über ihre anatomische Natur noch über ihren Nutzen habe. »Man hat», sagt Cruveilhier, »diejenigen dieser Gruppen, welche die Sinus durchbohren, für dazu bestimmt angesehen, den Dienst von Klaffen auszuführen. Besser wäre es unsere Unwissenheit bezüglich dieser Körperchen zu bekennen, welche gar nicht lymphatische Ganglien sind, wie man behauptet hat. Ihr zahlreiches Vorkommen ist der Art, dass sie nicht unter den krankhaften Bildungen aufgeführt werden mögen». Sie fehlen beim Kinde, sind aber beim Erwachsenen fast constant. Die in den Sinus eintauchenden sind immer durch seine Tunica interna vom Blute getrennt. Man findet solche Körper am vorderen Ende des Sinus rectus. Er hat sie auch im Inneren des horizontalen Theils des Sinus lateralis angetroffen.

Nach Todd [4]) scheinen die Pacchionischen Granulationen mit Mikroskop untersucht aus einer Masse von kleinen in einem membranösen Sack eingeschlossenen Körnchen zu bestehen; wenn sie gestielt sind, zeigt der Stiel eine Reihe von längsgehenden Streifen, welche wahrscheinlich Falten der ihn bildenden Membran sind. Durch Essigsäure bekommt man zuweilen epitheliale Platten an der Oberfläche der Membran zu Gesicht. Nach Todd kann ihre Structur in folgender Weise erklärt werden. Die erste Absetzung von granulärer Lymphe geschieht unter den Gefässen der Pia mater. Die kleinen so gebildeten Körperchen schieben die Arachnoidea vor sich wie ein Sack oder eine Hülle; in einigen Fällen ist die granuläre Masse nur theilweise bedeckt, in anderen aber vollständig und dann wird sie mehr und mehr gestielt. Daraus geht hervor, dass die Pia mater der Sitz der primären Absetzung sein muss, oder auch mögen diese Körper einen durch reichliche Irritation hervorgerufenen, degenerirten Zustand in den elementären Theilen der äusseren Schicht der grauen Substanz gewisser Windungen bezeichnen. Die Pacchionischen Granulationen sind also krankhafte Bildungen, die durch eine chronische, allmählige Irritation entstanden sind. Todd fand sie nie vor dem sechsten Jahre; sie sind immer in sehr verschiedener Zahl vorhanden, mangeln oft sogar vollständig. Sie gehören nur dem Menschen, wurden nie bei anderen Thieren gefunden. Am zahlreichsten kommen sie rings um die Venen vor, welche an den inneren oberen Rändern der Hemisphären aus der Pia mater in den Sinus longitudinalis superior eintreten; man findet sie aber auch an den lateralen Sinus und zuweilen sogar an den geraden. In allen diesen Orten dringen sie durch die fibröse Haut ihrer Wand und schieben vor sich die innere oder venöse Haut. Man findet auch zuweilen etwas ähnliche Körperchen an den Plexus chorioidei der Seitenventrikel; ferner an dem Fortsatz der Pia mater, welcher vom Velum interpositum zur Glandula pinealis hinabsteigt, und an den Plexus chorioidei des vierten Ventrikels.

Als pathologische Bildungen führt auch Kölliker [5]) die Pacchionischen Granulationen »der Pia mater» auf. Sie sitzen, nach ihm, zu beiden Seiten der grossen Sichel, an den Flocculi, in den Plexus chorioidei u. s. w., und »bestehen vorzüglich aus einer derben faserigen Masse wie Bindegewebe».

Bald nachher [6]) sagt er von ihrem Bau, dass sie »vorzüglich aus einer derben faserigen Masse wie unreifes Bindegewebe» bestehen und dass sie »auch unentwickeltes elastisches Gewebe und Corpuscula amylacea» enthalten.

---

[1]) Handbuch d. menschl. Anatomie. Bd 1. Zweite Auflage. 1843.

[2]) Handbuch d. pathol. Anatomie. Bd II. 1844.

[3]) Traité d'Anatomie descriptive. 2:me Edition. T. IV. Paris 1845.

[4]) The Cyclopædia of Anatomy and Physiology. Vol. III. 1847.

[5]) Mikroskop. Anatomie. Bd. II, 1. Leipzig. 1850.

[6]) Handbuch der Gewebelehre. Leipzig 1852.

Luschka [1]) ist unter den neueren Verfassern der Erste, welcher darzulegen suchte, dass die sog. Pacchionischen Granulationen gar nicht exsudative, sondern ganz normalmässige Bildungen, nämlich zottenförmige Verlängerungen des Gewebes der Arachnoidea sind. Er nannte sie deswegen »Arachnoidealzotten». Bei Thieren (Rind, Schwein, Schaf, Hund, Kaninchen etc.) kommen sie nach ihm nicht vor; dagegen constant beim Menschen. Bei neugeborenem Kinde fand er gewisse Anfangstadien für die Bildung der Zotten. Es giebt nach Luschka zwei verschiedene Arten derselben. Die Einen sitzen an der Oberfläche des Gehirns längs dem Sichelrande und sind Verlängerungen der Arachnoidea visceralis. Die Anderen gehören der inneren Fläche der harten Hirnhaut längs dem Sinus longitudinalis an und stammen von der Arachnoidea parietalis her. Die Annahme, dass alle Granulationen der Dura mater von der Arachnoidea des Gehirns ihren Ursprung nehmen, ist deswegen irrthümlich. An dem von Krause u. A. noch bezeichneten Stellen finden sich wohl bisweilen den Pacchionischen Drüsen äusserlich ähnliche Körperchen, welche nur in pathologischen Veränderungen dort gelegener Gefässplexus begründet sind, aber mit den Pacchionischen Drüsen weder das Substrat noch auch die feinere Zusammensetzung theilen; sie liegen stets unter der Arachnoidea, sind von einem ausserordentlich massenhaften Epithel überzogen und zeigen auch bei aller Veränderung noch reichlich Blutgefäss-schlingen.

Die erste Art, die an der Oberfläche des Gehirns vorkommenden Arachnoidalzotten, sitzen nur an dem oberen abgerundeten sog. Sichelrande. Sie gehören nur der Arachnoidea, nicht der Pia, an. Ihre Grösse und Form ist sehr verschieden, ihre Anzahl sehr wechselnd. Sie sitzen sowohl vereinzelt als dicht in Häufchen, nicht selten traubenbeerähnlich zusammen. Am gewöhnlichsten bieten sie eine kolbige oder birnenähnliche Gestalt dar, auch sind sie sehr oft schlauchartig in die Länge gezogen. Bisweilen sind sie am freien Rande eingekerbt, bisweilen lappenartig zerfallen. Sie sind stets gestielt; die Stielchen sind ausserordentlich dünn, bald kürzer, bald länger. Die Menge der Zotten ist oft so beträchtlich, dass die Sichelränder davon wie dicht besäet erscheinen, andere Male aber sparsam und von einander abstehend. Die Farbe differirt wenig vom Ansehen der Arachnoidea; bei älteren Individuen werden sie weisslich. Die kleinen Zotten sind fast immer solid, bei den grösseren bemerkt man häufig eine völlig bläschenartige Beschaffenheit; diese konnte Luschka nur bei jüngern Personen finden, während sie bei vorgerückten Alter um so fester und derber befunden werden, je grösser, sie sind.

Bei mikroskopischer Untersuchung findet man nach ihm, dass sie dadurch entstehen, dass das völlig normale Fasergewebe der Arachnoidea, ohne irgend seiner Structur fremde Elemente zu führen, sich ganz direct in sie sich verlängert. Die sehr breiten, theils homogenen, theils fein gestreiften Bindegewebsfasern der Arachnoidea treten convergirend aus der Ebene zu Stielen zusammen; gegen die freien kolbigen Enden gehen sie in verschiedener Weise wieder aus einander. Eine Anzahl der Fasern verläuft am Ende der Zotte bogenförmig, andere aber, besonders die breiten Fasern, ragen frei über das stumpfe Ende hinaus; dabei bilden sie Anhängsel von der verschiedensten Form, die meist scharf umschrieben, völlig homogen und von der Farbe und Pelluciditat sehr breiter, homogener Bindegewebsbänder sind, recht häufig aber eine zarte Längsstreifung und sogar den Anfang zu einem wirklichen faserigen Zerfallen zeigen; in einzelnen Fällen erkennt man in ihnen auch einen homogenen, länglichen Kern. Gleich der Arachnoidea besitzen die Zotten ein nur mangelhaftes Epithelium; man sieht es immer nur zu einzelnen Plättchen auf ihnen liegen. Sonst giebt es in den Zotten keine andere Elemente: Blutgefässe finden sich zu keiner Spur vor. Die andere Art der Zotten, die aus dem parietalen Blatte der Arachnoidea stammenden, sind der Ausdehnung des Längsblutleiters entsprechend ausgebreitet. Gegen den oberen Rand der Sichel bildet die harte Haut ein eigenthümliches Trabeculargewebe, ein Netzwerk mit zahllosen, grösseren und kleineren Maschen. An vielen Stellen entstehen grössere Räume und Canäle zwischen den Faserlagen. Hier zeigt die Arachnoidea parietalis ein eigenthümliches Verhalten. Während sie sonst überall fest mit der Dura verwachsen ist, bildet sie hier in die Lücken des Netzwerks frei endigende, zottenförmige Verlängerungen. Diese gelangen einerseits in die Räume zwischen den Faserlagen nächst dem Sinus bis an die äussere Fläche der Gefässhaut desselben, drängen diese vor sich her und ragen so von ihr überzogen mehr oder weniger in sein Lumen; oder sie entwickeln sich mehr gegen das Schädeldach hin, drängen die Faserung der Dura mater auseinander und bohren sich allmählig grubenartige Vertiefungen; anderntheils aber treten sie aus den Lücken heraus gegen das Gehirn zu und hängen frei von einzelnen Faserbündeln herab, so dass meist eine grössere Anzahl frei liegend zu den Seiten des Sinus gefunden wird. Bei jugendlichen Individuen sind die Zotten der Arachn. parietalis nur klein, bei älteren »stets mächtig und ragen tief herab,

---

[1]) Archiv f. Anatomie, Physiologie u. wissensch. Medicin. Jahrg. 1852.

so dass sie zwischen jene der Arachn. visceralis hineingreifen, und diese sodann bei der Entfernung der Dura mater an dieser haften bleiben, »was eben bei der mangelhaften Untersuchung zum Irrthume führte, als stammten alle Granulationen der Dura mater von der Arachnoidea des Gehirns her». In Form und Menge wechseln sie ebenso wie jene an der Oberfläche des Gehirns; die traubenförmigen und bläschenartigen sind häufiger unter den zuletzt beschriebenen. Die mikroskopischen Elemente sind dieselben. Man findet breite und schmale, homogene und gestreifte, sowie spiralig umwickelte Bindegewebsfasern, sparsames Epithelium und bei den in den Sinus einragenden Zotten noch einen besonderen, aus der Gefässhaut gebildeten Ueberzug.

Die Arachnoidalzotten werden häufig hypertrophisch, können dann den Schädel durchbohren und den Sinus theilweise obturiren. Ihre Zusammensetzung ist etwa dieselbe wie die der normalen; nur sind die Bindegewebsbündel und die breiten homogenen Bänder viel mannigfaltiger gewunden; die Bündel sind öfter spiral- und ringförmig umwunden; häufig findet man netzförmige Verbindungen von Fasern. Fett sieht man, theils molecular, theils in grössern Tropfen, in den hypertrophirten Zotten stets. Mehrmals findet man Corpora amylacea; niemals aber Blutgefässe und Entzündungsproducte irgend einer Art. Ihren physiologischen Nutzen konnte LUSCHKA nicht bestimmt angeben. Viellcicht sind sie, nach ihm, zum Schutze der von den Sichelrändern des Gehirns zum Sinus überspringenden Blutgefässe vorhanden und gewinnen so die Bedeutung von »Haltorganen».

FÖRSTER [1]) beschreibt die Pacchionischen Granulationen als Neubildungen der Arachnoidea. Sie sind fibröse Auswüchse und bestehen durchaus aus Bindegewebe, dessen Fasern sich aus der Arachnoidea in das Kölbchen erheben und wieder dahin zurückgehen. Sie finden sich vom Jünglingsalter an in jedem Hirn, kommen aber zuweilen auch im kindlichen Alter vor und »gehören daher zu den normalen Erscheinungen, wenn sie auch, wie das schwarze Lungenpigment u. s. w., streng genommen, pathologische Producte sind». Die Dura mater wird zuweilen durch den Druck von ihnen verdünnt und zuweilen selbst perforirt. »Da, wo die Venen der Hirnoberfläche in den Längsblutleiter treten, sind Arachnoidea und Dura mater oft eng verbunden; die Granulationen verdünnen hier nicht selten die Wand der Sinus und ragen nach deren völliger Perforation in die Höhle der Sinus ein». Sie bilden sich in grösster Zahl und Umfang bei chronischen Hyperämieen der Pia mater, oft genug aber auch ohne solche aus.

Nach BRUNS [2]) gehören die Pacchionischen Granulationen sowohl dem inneren Blatt der Arachnoidea (A. visceralis) als dem äusseren, die Dura bekleidenden (A. parietalis). »Die von dem innern Blatte ausgehenden hypertrophischen Zotten ragen ohne Weiteres frei in die Arachnoidealhöhle hinein als kleine rundliche oder drusige Körper, während die des Parietalblattes sich durch das Fasergerüste der Dura mater nach aussen hindurch drängen». Letztere gelangen so theils unmittelbar unter das knöcherne Schädelgewölbe, theils durchdringen sie die Wandung des obern Sichelblutleiters und ragen dann frei flottirend in dessen Höhle hinein, von seinem Blute bespült.

LUSCHKA [3]) beschreibt später seine »parietalen Arachnoidalzotten» in ganz derselben Weise wie früher. Nach Untersuchungen, welche er an Thieren anstellte, fand er aber diese »parietalen Arachnoidealzotten, nicht aber die visceralen, bisher nur beim Pferde». Sie waren verhältnissmässig klein und nur in geringerer Zahl vorhanden.

Bei der Beschreibung der granulirten Erhebungen des Ependyms der Hirnventrikel legt VIRCHOW [4]) mit einigen Worten seine Auffassung von den Pacchionischen Granulationen dar. Die genannten kleinen Knötchen des Ependyms, äussert er, »bestehen aus einem, mehr oder weniger concentrische Fasern darstellenden Gewebe, ähnlich wie die Pacchionischen Granulationen». »Man kann daher die Erhebungen mit vollem Recht als Verdickungen des Ependyma betrachten, welche ihre Entstehung einer Reizung verdanken». »Aehnliche Bildungen sind offenbar die sogenannten Pacchionischen Granulationen und manche Formen, die man der tuberkulösen Meningitis zurechnet; dieselben kleinen perlartigen Knötchen sieht man nicht selten auf dem Visceralblatt des Herzbeutels, meist dem Gefässverlauf folgend; in grosser Ausdehnung kommen sie auch auf dem Bauchfell vor». »Ob diese eigenthümlichen Formen durch den Gefässverlauf bedingt sind, wie diess an dem Hornstreifen und an den sehnigen Granulationen der Arachnoides und des Herzbeutels wahrscheinlich ist, habe ich nicht eruiren können».

LUSCHKA [5]) wies dann nach, dass Arachnoidalzotten auch in der mittleren Schädelgrube wirklich vorhanden sind. Diese Bildungen gehören nach ihm der Dura mater an, und kommen nur da vor, wo ihr Gewebe netzförmig durch-

[1]) Handbuch der speciellen pathol. Anatomie. Leipzig 1854.
[2]) Handbuch d. pract. Chirurgie. 1 Abtheil. Gehirn und Umhüllungen. Tübingen 1854.
[3]) Die Adergeflechte des Menschlichen Gehirnes. Berlin 1855.
[4]) Gesammelte Abhandlungen zur wissenschaftl. Medicin. 1856. VII, I. (Aus d. Zeitschr. f. Psychiatrie 1846).
[5]) Archiv f. pathol. Anat. u. Physiol. u. f. klin. Medicin. Bd 18. 1860.

brochen ist, was aber nur ausnahmsweise stattfindet. Die netzförmig durchbrochenen Stellen der Dura sind nämlich von einem weichen fibrillären Zellstoffe erfüllt. Diese Bindesubstanz ist es nun, welche zu zottenartigen Vegetationen auswächst, die allerlei Gestalten darbieten, indem sie theils keulenartig, theils pflanzlichen Blättern ähnlich geformt und sowohl einfach als auch in der verschiedensten Weise gelappt und zerklüftet sind. Man findet sie vereinzelt und in dichteren Gruppen beisammenliegend; in der Regel sind sie sehr klein, erreichen aber auch, hypertrophirt, den Umfang von gewöhnlichen Linsen. Sie sprossen zum kleinsten Theile gegen das Schädelcavum hinein; viel mehr wuchern sie gegen die innere Fläche der Knochen, wo sie rundliche Gruben und Vertiefungen in der Knochensubstanz hervorbringen. Solche Gruben findet man in den meisten Fällen ihres Vorkommens im unteren Abschnitte der vorderen Hälfte der Schuppe des Schläfenbeines, besonders im Bezirke der Sutura spheno-temporalis, oder im grossen Flügel des Keilbeines selbst, nicht selten aber auch in der Gegend der Sutura petro-squamosa und auf dem Tegmentum tympani. Manche dieser Vegetationen dringen in das Innere der den Stamm der Arteria meningea begleitenden Venæ meningeæ mediæ hinein oder erstrecken sich auch wohl zum Foramen ovale. Rücksichtlich der Structur bestehen sie vorzugsweise aus fibrillärer Bindesubstanz, in welcher stets einzelne ring- oder spiralförmig von feinsten elastischen Fibrillen umwickelte Bündel vorkommen. Ueber die Oberfläche der meisten dieser Zotten erheben sich kleine Auswüchse, welche entweder nur aus structurloser Bindesubstanz bestehen oder da und dort einen rundlichen, der Essigsäure Widerstand leistenden Nucleus enthalten.

Ludw. Meyer [1]) fand, dass in der Umgebung der Pacchionischen Granulationen stets eine Trübung und Verdickung der Arachnoidea vorkomme. Je nachdem sie der Arachnoidea unmittelbar ansitzen oder ihr Zusammenhang mit dieser Basis ein einfach oder zweifach vermittelter ist, nennt er sie primäre, secundäre und tertiäre Zotten. In vielen Fällen zeigten die kurzen Stiele einfacher Granulationen eine Einschnürung in der Mitte, welche durch eine concentrische Lage von elastischen Fasern bedingt ist, die vom Anheftungspunkte ab den Stiel spiralig umgaben. Die nicht gestielten scheinen zuweilen ihr Gewebe wie durch eine von feinen Spiralfasern umgebene Lücke der Arachnoidea vorzudrängen; wahrscheinlich wachsen diese flacke Vorwölbungen später zu halbovalen, schlauchartigen Gebilden aus. Die weitere Entwickelung der primären Zotten zu den grösseren verästelten beruht auf der Bildung secundärer Auswüchse und Spaltung des Gewebes der primären Zotte. Alle Granulationen sind von einem vollständigen Epithelüberzug bekleidet. Dieser ist meist stärker entwickelt als an dem ebenso vollständigen Epithel der Arachnoidea. Das Epithel der Granulationen bildet gewöhnlich mehrfache (mindestens zwei) Schichten grosser kernhaltiger Zellen, deren Inhalt weniger gleichmässig und minder durchsichtig ist als an den normalen Epithelien der Arachnoidea und häufiger Fettkörnchen, zuweilen auch grössere Fettbläschen enthält. Die Epithelien haften in der Regel leicht an einander, und der Epithelialüberzug lässt sich handschuhfingerartig abstreifen. Ein hypertrophischer Zustand des Zottenepithels ist nach ihm ein gewöhnliches Vorkommen. Bei kleineren Zotten, besonders bei sehr kleinen tertiären, überwiegt zuweilen die Entwickelung des Epithels das Bindegewebe um ein Beträchtliches. Epithelgranulationen finden sich, wenn auch vereinzelt, stets an dem Ueberzuge der Pacchionischen Granulationen. Verkalkung und Verknöcherung kommt in ihnen vor und zwar im Epithel. Sonst zeigen sie die verschiedensten Differenzen in Bezug auf die Dichtigkeit des Bindegewebes. Ein bedeutendes Oedem der Gehirnhäute verbreitet sich bei starkem Druck dieser Flüssigkeit auf die Pacchionischen Zotten. Bei eitriger Meningitis sah Meyer einmal eine derartige serös-eitrige Infiltration sämmtlicher Pacchionischen Zotten. Ihr Gewebe zeigte sich von Eiterkörperchen, deren Kernen und Fettbläschen durchsetzt; so auch von Blutkörperchen bei Apoplexie der Gehirnrinde. Häufiger, wenn auch selten, dringt das Blut vom Blutleiter durch die auf irgend eine Weise verletzte Gefässhaut in einzelne, in das Lumen hineingewachsene Zotten.

Ueber den Sitz der Pacchionischen Granulationen lieferte Meyer genauere Angaben. Er erkannte kein anderes Arachnoidalblatt als das viscerale. Die Granulationen entspringen von ihr. Die innerhalb der Dura mater sowie in den Gruben der inneren Glastafel sich vorfindenden sind von der Arachnoidea aus hineingewachsen. Innerhalb der Dura mater selbst greifen die Zotten so mannigfaltig und innig in das Maschenwerk der vielfach zertheilten Faserbündel ein, dass man in den meisten Fällen nicht im Stande ist zu entscheiden, ob man es mit einer wirklichen stielartigen Insertion der Zotte oder mit feinen umschlingenden Trabekeln zu thun hat. Durch eine feine Präparation der Granulationen in situ kann man sich überzeugen, dass sie sämmtlich Stielen angehören, welche durch Löcher dieser innersten Dura-mater-Schicht mit der Arachnoidea in Verbindung stehen und für viele Zotten den gemeinsamen Stamm bilden.

[1]) Archiv f. pathol. Anat. u. Physiol. u. f. klin. Medicin. Bd 19. 1860.

In Betreff der Verbreitung der Pacchionischen Granulationen wies MEYER nach, dass sie nicht nur beiderseits am Sichelrande vorkommen, sondern, wenn auch nicht in gleicher Constanz, an mehreren anderen Stellen. Auf der Convexität kommen einzelne Gruppen leicht in einer beträchtlichen Entfernung vom Sichelrande vor; eine Entfernung von 3 Cm. ist gewöhnlich, 4—5 Cm. nicht selten. Auf den Vorderlappen erstrecken sie sich so fast bis zur Basis. In der Fossa Sylvii sind sie gleichfalls stärker vertreten. An der Basis des Schläfenlappens kommen sie in den verschiedensten Graden der Entwicklung vor. Gewöhnlich sitzen sie an dem vorderen halbkugligen Wulste, seltener und beschränkter in den äusseren Partien, in der Regel nach der Richtung der Art. und Ven. meningeæ geordnet. Sie bilden hier Eindrücke im Knochen und dringen gelegentlich in das Lumen der Venæ meningeæ vor; ganz wie am Sinus. Nach Entfernung der Dura mater lässt sich der Einfluss der Meningealgefässe auf die Entwicklung der Zotten mit Deutlichkeit verfolgen. Indess sind die Sulci meningei keineswegs allein bestimmend für den Sitz der Zotten. So finden sich vereinzelte Foveæ glandulares an der senkrechten inneren Partie der Lamina triangularis in der Nähe der Fissura orbitalis und des Foramen rotundum. Die stärkste Entwicklung pflegt sich jedoch in der Tiefe der mittleren Schädelgrube zu concentriren. Aeusserst häufig finden sie sich in zwei beschränkten Stellen des Hinterlappens, erstens an seinem hinteren, etwas zugespitzten Ende, welches in seiner Lage genau dem Winkel entspricht, den der Sinus longitudinalis superior mit dem Sinus transversus bildet, und zweitens in etwas grösserer Ausbreitung an der Grenze des Mittellappens, dem inneren Winkel des Sinus transversus gegenüber, da wo er den Sinus petrosus superior aufnimmt und in die Fossa sigmoidea einbiegt. Meist in grosser Verbreitung aber schwacher Entwicklung finden sich die Pacchionischen Granulationen an der Arachnoidea des kleinen Gehirns. Von der in der Regel dichter besetzten Incisura cerebelli posterior ziehen sich linienartig schmale Streifen zarter Zotten über die Mitte des Oberwurms und längs des freien Randes jeder Hemisphäre von hinten nach vorn. An den vorderen Partien pflegen sie weniger deutlich entwickelt zu sein; in ihrer Breitenentwicklung können sie etwas auf die Oberlappen übergehen. Die frei übergespannte Arachnoidea der Basis fand MEYER stets frei von Zotten. In geringer Entwicklung sind sie stets bei Erwachsenen am freien Rande des Kleinhirns vorhanden. Dagegen sah er eine auch nur mässige Entwicklung derselben an der Basis des Schläfenlappens immer mit entschiedenen Symptomen von Gehirnerkrankung verknüpft.

In Rücksicht auf die Aetiologie der Pacchionischen Granulationen betont MEYER ihr Vorkommen im Verlaufe fast sämmtlicher Blutleiter der harten Hirnhaut, welche den Gehirnwindungen näher liegen. Die sich auf die Gegenden der Blutleiter concentrirenden Hirnbewegungen können nach ihm bei einiger Ausdehnung und Intensität nicht ohne Zerrung und Reibung verlaufen, Insulte, welche wieder zunächst und am stärksten die Arachnoidea treffen. Diesen lokalen Insulten verdanken, seiner Ueberzeugung nach, die zottenförmigen Wucherungen der Arachnoidea ihre Entstehung. Wie einerseits die Blutwallungen im Gehirn mit physikalischer Nothwendigkeit zu Bewegungsphänomenen an den Blutleitern führen, so führt die Entwicklung der Pacchionischen Granulationen grade durch die Beschränktheit ihres Verbreitungsbezirks auf die allgemeinen Circulationsstörungen innerhalb der Schädelhöhle zurück. Ihr histologischer Character entspricht recht gut ihrer Hervorrufung durch äussere mechanische Reizung. Der hypertrophische Zustand des Zottenepithels sei gleichfalls der Voraussetzung einer lokalen mechanischen Reizung günstig.

Nach HYRTL [1]) sitzen die Pacchionischen Granulationen auf einer milchig getrübten Stelle der Arachnoidea. Ihre Entwicklung kann unter Umständen so zunehmen, dass sie die harte Hirnhaut durchbohren. Bei Kindern hat HYRTL sie nie angetroffen. Die mikroskopische Untersuchung »reiht sie unter die organisirten Producte krankhafter Ausschwitzungen». Der Ansicht LUSCHKAS, dass sie normale Bildungen sind, welche den zottenartigen Verlängerungen anderer seröser Häute entsprechen, stimmt HYRTL nicht bei, »da das öfters vorkommende Hineinwuchern der Pacchionischen Granulationen in die Sinus duræ matris einem normalen Gebilde widerspricht».

In QUAINS Anatomy [2]) findet man die Pacchionischen Granulationen als vorzugsweise vom cerebralen Blatt der Arachnoidea, aber auch von der serösen Fläche der Dura mater ausgehend. Beim neugeborenen Menschen werden sie nicht gefunden. Bei Thieren scheint keine ähnliche Bildung vorzukommen.

In seiner letzten Darstellung der Hirnhäute [3]) bleibt LUSCHKA bei seinen früheren Ansichten von den Pacchionischen Granulationen. »Wenn man nun auch zugeben muss», sagt er, »dass die sog. Arachnoidea parietalis nur ein Plättchenepithelium der Dura mater darstellt, so darf doch nicht unerwähnt bleiben, dass an den Durchtrittstellen

[1]) Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 8 Auflage. 1863.

[2]) Quains Anatomy. Seventh Edition. Part II. London 1866.

[3]) Die Anatomie des Menschen. Bd III. 2 Abtheil. Tübingen 1867.

der Hirnnerven durch die Dura mater ein Theil des Fasergewebes der Arachnoidea visceralis sich in das Neurilemm jener Nerven, ein anderer sich an die Innenseite der Dura mater auf kurze Strecke weit fortsetzt. Ferner muss daran erinnert werden, dass die Maschenräume entlang dem oberen Rande der grossen Sichel, sowie die hier zwischen den Faserlagen bestehenden Interstitien von einer lockeren fibrillären Bindesubstanz erfüllt sind, welche zum Mutterboden zottenartiger Vegetationen werden kann. Im Gegensatze zu den von der Spinnenwebenhaut des Gehirnes ausgehenden visceralen Vegetationen können jene unverfänglich Parietalzotten genannt werden. Sie wuchern theils in die Interstitien zwischen den Faserlagen entlang dem oberen Sichelblutleiter, wo sie ganze Nester bilden und in jenen Sinus hereindringen, theils durchbohren sie im Verlaufe eines stärkeren Wachsthumes die Dura mater gegen die innere Knochentafel, in welcher sie zur Bildung der sog. Foveæ glandulares Anlass geben. Nicht wenige solcher Zöttchen entwickeln sich gegen das sog. Cavum arachnoidale herein, indem sie bald aus jenen Maschenräumen herauswuchern, bald mit dünnen Stielchen von den Balken jenes Netzwerkes herabhängen. Die allerfeinsten derartigen Auswüchse werden erst durch die Betrachtung solcher Bälkchen oder auch des freien Sichelrandes bei stärkerer Vergrösserung sichtbar und liefern zugleich den stringentesten Beweis von der völlig unbegründeten Einwendung, welche L. Meyer gegen meine Angaben erhoben hat, wenn er behauptet, dass alle Pacchionischen Granulationen lediglich von der Arachnoidea visceralis entstehen und sämmtlich von dieser aus in das Gewebe der Dura mater hereinzuwachsen pflegen». Auch die zottenartigen Verlängerungen der Arachnoidea visceralis beschreibt er wie früher.

Kölliker sagt in der letzten Auflage seines Handbuches [1]) von den Pacchionischen Granulationen, die er immer noch unter den pathologischen Zuständen aufführt, dass sie »vorzüglich aus einer derben faserigen Masse, wie unreifes Bindegewebe» bestehen und dass sie auch »Bindegewebskörperchen» enthalten.

Bei unseren Injectionen von den Subarachnoidalen Räumen und dem Subduralraum aus erhielten wir [2]) schon bei schwachem Druck eine Füllung der Pacchionischen Granulationen und die Injectionsmasse drang äusserst leicht durch dieselben in die venösen Sinus und die übrigen Blutgefässe der Dura mater aus. Bei unseren fortgesetzten Untersuchungen fanden wir [3]), dass an den Seiten des Sinus longitudinalis eine Reihe von venösen Höhlen vorhanden ist, in welche eben die zahlreichen, seitlich vom genannten Sinus befindlichen Granulationen einschiessen. Durch die Vermittelung dieser Höhlen werden grösstentheils die Venen in der Nähe des Sinus longit. bei der Injection gefüllt.

Gleichzeitig und von uns ganz unabhängig fand auch Trolard [4]) diese mit Granulationen erfüllten, seitlichen Sinus, obwohl er sich über ihre Bedeutung sowie über die der Granulationen nicht näher ausspricht.

Der Bau der Pacchionischen Granulationen wurde dann von uns [5]) näher beschrieben. Wir wählten dazu zunächst die einfachste Form derselben. Eine solche geht mit einem schmaleren Stiel von der Arachnoidea aus, dringt in die Dura mater zwischen ihre Bindegewebsbündel und breitet sich hier kolbenförmig aus oder schiebt sich in eine Vene, einen venösen Sinus oder in eine der grossen, mit einander mehr oder weniger verbundenen, eigenthümlichen, venösen Höhlen, Lacunen, ein, welche wir an den Seiten des Sinus longitudinalis gefunden haben. Selten sind aber, wie bekannt, die fraglichen Granulationen so einfach, sondern sie verzweigen sich in der Regel in einer mehr oder weniger verwickelten Weise, und enden mit mehreren Kolben, welche theils von den Stielen, theils von den Kolben selbst, sei es von solchen erster, zweiter oder dritter Ordnung, ausgehen, oder sie zeigen noch mehr verwickelte, später zu erörtende Verhältnisse. »Wenn man eine Granulation näher untersucht, findet man an der Oberfläche ein Plattenepithel, welches eine unmittelbare Fortsetzung des Arachnoidalepithels ist. Es ruht auf einer äusserst dünnen Haut, welche die ganze Granulation bekleidet und an ihrer Basis in die äussere Verdichtungsschicht der weichen Hirnhaut, die Arachnoidea, übergeht, deren unmittelbare Fortsetzung sie also bildet. Die innere oder eigentliche Hauptmasse der sog. Granulation wird nicht aus einem soliden Bindegewebe oder sonst einem dem gewöhnlichen Granulationsgewebe in etwaiger Hinsicht ähnelnden Gewebe gebildet, sondern durch und durch aus ziemlich groben Bindegewebsbalken, welche sich verzweigen und mit einander zahlreiche Verbindungen eingehen, übrigens aber nicht mit ihren Flächen an einander haften, sondern vollständig frei sind, ein Flechtwerk oder ein spongoides Gewebe mit offenen Räumen zwischen den Maschen bildend. Dieses Balkengewebe setzt sich durch den Stiel fort und geht unmittelbar in das von uns früher beschriebene Balkennetz im subarachnoidalen Gewebe über. Es ist

---

[1]) Handbuch der Gewebelehre. 5:te Auflage. 1867.
[2]) Nord. Med. Arkiv. Bd II N:r 6, iv, 1870. (S. o. S. 38).
[3]) Nord. Med. Arkiv. Bd II N:r 13, iii, 1870. (S. o. S. 39).
[4]) Archives générales 1870.
[5]) Axel Key u. Gust. Retzius. Nord. Med. Arkiv. Bd II. N:r 26, ii. 1870.

nichts als eine Fortsetzung desselben, und die ganze sog. Pacchionische Granulation ist nur eine Ausstülpung der Arachnoidea sammt dem Subarachnoidalgewebe, welches in die Spalten der Dura eindringt und sich dort ausbreitet». Der Name »Granulation» ist also wenn möglich noch mehr unpassend als »Drüse»; wir nannten diese Bildungen deswegen mit LUSCHKA »Arachnoidalzotten», obgleich auch dieser Name uns nicht ganz zutreffend erschien. »Wenn man die einzelnen Balken im Innern einer solchen Zotte etwas näher untersucht, findet man, dass sie im Allgemeinen aus feinen Fibrillen zusammengesetzt sind, welche von einem äusserst feinen, oft schwer wahrnehmbaren Häutchen umgeben werden, die also wie eine Scheide den fibrillären Balken umschliesst. Auf dieser Scheide liegen Kerne zerstreut. An den Balken, die in der Nähe der Oberfläche der Zotten liegen, findet man oft Protoplasma rings um diese Kerne, wogegen dies seltener an den inneren Balken vorzukommen scheint. An der Oberfläche der Zotte haften die Balken an der äusserst dünnen Haut, welche die ganze Zotte umgrenzt, und die Scheiden der Balken scheinen unmittelbar in diese Haut überzugehen».

»Es ist auf Grund des geschilderten Baues leicht erklärlich, dass die Injectionsmasse bei einer Injection in den Subarachnoidalräumen ohne Schwierigkeit in die Arachnoidalzotten eindringt. Sie füllt die maschigen Räume zwischen den Balken und dringt bis zur Oberfläche aus. Die ganze Zotte wird wie ein Ballon ausgespannt, und die Masse fliesst, wie unsere äusserst zahlreichen Versuche zeigen, bei gelindestem Druck und auch bei mässiger Füllung der Zotte, durch die feine umschliessende Haut und das Epithel über die Oberfläche der Zotte hinaus; wahrscheinlich entstehen bei der ballonförmigen Ausdehnung kleine Oeffnungen, Spalten oder Poren in der äusserst dünnen Haut, die das Epithel trägt. Zu wiederholten Malen haben wir Injectionsmasse zwischen den übrigens in unveränderter Lage befindlichen Epithelzellen gesehen, ohne dass eine Berstung vorhanden war. Nach Silberfärbung erscheinen im Allgemeinen zwischen den Epithelzellen keine Stomata; ein oder anderes Mal sahen wir solche aber an kleineren Stellen ziemlich zahlreich mit dem gewöhnlichen Aussehen von kleinen, rundlichen, scharf begrenzten Löchern, vorzugsweise an den Stellen, wo mehrere Zellen zusammenstossen; vielleicht treten sie zuerst bei einem gewissen Grad der Ausdehnung auf oder, was richtiger ist, sie werden dann erst sichtbar. Um auch in der feinen Haut unter dem Epithel Löcher oder Oeffnungen zu finden, wandten wir viel Mühe an, aber ohne bestimmtes Resultat. Dass solche wenigstens bei einem gewissen Grad der Ausdehnung der Haut vorhanden sind, wird mehr als wahrscheinlich durch die Leichtigkeit, womit die Injectionsmasse über die Oberfläche ausfliesst; es ist aber natürlich sehr schwierig, sie hier unmittelbar und sicher wahrzunehmen, in einer so feinen Haut mit Epithel auf der einen Fläche und einem Balkenwerk auf der anderen, ein Umstand, der sie ohne Zerreissung schwer isolirbar macht».

»Die Flüssigkeit, welche aus dem Inneren einer Arachnoidalzotte über ihre Fläche ausfliesst, strömt aber nicht unmittelbar in einen venösen Sinus hinein, obgleich die Zotte in einem solchen steckt. Früher oder später erhält nämlich die Zotte, besonders wenn sie kolbenförmig anschwillt, noch eine feine Hülle, welche von der Dura stammt. Man sieht diese Hüllen theils von den Durabalken ausgehen, theils auch von der Oberfläche des venösen Sinus, in welchem die Zotte steckt. Wenn man ein Bündel kolbenförmiger, in einen venösen Sinus oder eine Venenlacune sich einschiebender Zotten untersucht, findet man sie dicht wie eine Beerentraube und scheinbar frei sitzend; alle sind aber von einer dünnen Duralhülle umgeben, der von uns sog. Duralscheide der Zotten. Zwischen dieser Scheide und der Zotte selbst findet sich ein Scheidenraum, welcher also diese umgiebt und hier und da von dem einen oder anderen Balken durchzogen ist, der von der Duralscheide zur eigentlichen Zotte übergeht. Zwischen angrenzenden Zotten ist die Scheide meistentheils einfach. Wenn eine Zotte die ganze Dura mater durchbricht, nachdem sie eine Venenlacune durchdrungen hat, und wenn sie später auch Usur in dem nach aussen liegenden Knochen veranlässt, bleibt sie doch immer von ihrem Scheidenraum und ihrer dünnen Duralscheide umgeben, welche letztere nicht von der am Knochen liegenden Fläche der Dura sondern von den inneren, der Arachnoidea nächst liegenden Schichten derselben stammt. Eben in den genannten Scheidenraum fliesst zuerst die Injectionsflüssigkeit aus dem Inneren der Zottenkolben hinein. Das Verhalten der Zotten zur Dura ist indessen nicht nur das geschilderte. In der Nähe des Sinus longitudinalis und an mehreren anderen Stellen ist die Dura mater stark cribrirt. Zwischen ihren, dem blossen Auge deutlich sichtbaren Trabekeln findet sich eine Menge von Spalten; in sie dringen in bedeutend grösserer Anzahl, als man sich vorstellt, Ausstülpungen der Arachnoidea und des Subarachnoidalgewebes, auch ohne gröbere, dem blossen Auge oder ohne Injection wahrnehmbare Zotten zu bilden; dies Gewebe breitet sich zwischen den Balken in die Dura auf die verwickeltste Weise hinaus. Es umspinnt sie in allen Richtungen und bildet auf

grossen Strecken ein verzweigt zusammenhängendes Gewebe, welches eine Hülle der Durabalken auszumachen scheint, eine Hülle aber, die man auch bei mikroskopischer Untersuchung nicht leicht als aus der weichen Hirnhaut herstammend ansehen könnte, wenn nicht die Injection zeigte, wie es dahin gelangt ist, und dass es überall durch Stiele mit der genannten Haut zusammenhängt».

Von den Scheidenräumen der Zotten tritt die Injectionsflüssigkeit in die venösen Sinus und Lacunen hinaus. Wie sie durch die Duralscheiden hindurchtritt, konnten wir nicht sicher darlegen. Die dünnen von Endothel bekleideten Wände der Sinus mögen für ein solches Aufnehmen der serösen Flüssigkeit aus den Arachnoidalzotten günstig sein. Uebrigens sind die Zottenscheiden sehr dehnbar, und es ist sogar möglich, dass bei einer gewissen Spannung von innen her kleine Oeffnungen entstehen, die sonst verschlossen sind. Man weiss ja übrigens, wie die undurchbrochenen Gefässwände nicht nur Blutkörperchen sondern auch ganz grobe Zinnoberkörnchen durchlassen, ohne dass man die zu passirenden Oeffnungen und Canäle je gesehen hat. »Bei Injection in den Subduralraum ist der Weg der Flüssigkeit in der Dura viel einfacher. Sie strömt nämlich an den Seiten der Stiele der Arachnoidalzotten in die Dura hinein und folgt dann diesen Zotten in allen ihren Verzweigungen um die Durabalken; sie strömt ferner neben und über den Kolben der Zotten in die diese umgebenden Scheidenräume hinein. Hier im Innern der Dura begegnen einander also die Flüssigkeiten aus dem Subduralraum und den Subarachnoidalräumen, nachdem diejenige aus den letzteren von dem Innern der Zotten ausgetreten ist, wie wir immer bei Doppelinjectionen wahrnehmen konnten. Der Weg der beiden Flüssigkeiten nach den Venen durch die Duralscheiden der Zotten und von den Zwischenräumen der Durabalken wird dann ein und derselbe».

Die Arachnoidalzotten, die besonders neben den venösen Sinus und den grösseren Venen vorkommen, sind constant viel mehr verbreitet und viel zahlreicher als man bisher wusste. Am reichlichsten sind sie neben dem Sinus longitudinalis, nicht nur an seinen Seiten, sondern auch am Falx unter dem Sinus sowie in der Fossa media und in der Umgebung des Sinus transversus, besonders in der Nähe der Pars petrosa. Diese Stellen scheinen also diejenigen zu sein, an welchen die Resorption aus den serösen Räumen am kräftigsten vor sich geht.

Quincke [1]) äussert, dass auch bei seinen Injectionen von Zinnoberemulsion in dem Subarachnoidalraum lebender Thiere die Pacchionischen Granulationen, mochte die Einspritzung an der Wirbelsäule oder am Schädel geschehen sein, durch ihre starke Zinnoberfärbung sich markirten; dieselben waren regelmässig am Sinus longitudinalis sowie am Sinus transversus vorhanden; auch am Sinus cavernosus fand er einigemal ähnliche Gebilde. Ihrem Baue nach, der dem der Lymphdrüsen ähnlich ist, »scheinen sie als Filtrationsapparate zu dienen, welche Flüssigkeit wohl durchlassen mögen, feste Theilchen aber zurückhalten». Dies schliesst er daraus, dass es ihm bei seinen betreff. Versuchen niemals gelungen ist, Zinnoberkörnchen in der Milz abgelagert zu finden.

Michel [2]) konnte bei seinen Injectionen vom Subduralraum aus nie eine Füllung von Duragefässen mittelst der Arachnoidalzotten finden. »Die Annahme von Key und Retzius», sagt er, »dass die Arachnoidealzotten in ausgedehntester Weise die Function haben, die Communication des subduralen Raumes mit den Gefässen der Dura herzustellen, dürfte grossen Bedenken unterliegen im Hinblick auf die mannigfachen Schwankungen in der Anzahl der Zotten bei den verschiedenen Individuen, obwohl man die Möglichkeit einer solchen Communication in Folge der anatomischen Structur derselben nicht läugnen kann». Michel stellte seine Injectionsversuche bei Thieren an. »Wie sich dies beim Menschen bei den subduralen Injectionen verhält», sagt er, »habe ich aus Mangel an frischem Material nicht eruiren können».

---

[1]) Archiv f. Anat. Physiol. u. wiss. Medicin. Jahrg. 1872.

[2]) Arbeiten aus der physiol. Anstalt zu Leipzig. 7 Jahrg. 1872. Leipzig 1873.

Histologische Beschreibung.

Nach dieser Darstellung der Geschichte der Pacchionischen Granulationen findet man, dass sie bald als normale Bildungen, bald als unzweifelhaft krankhafte Producte, sei es coagulirte Lymphe oder pathologische Bindegewebswucherungen, betrachtet wurden. Bald sind sie als constant, bald als inconstant beschrieben; zuweilen als beim Kinde vorkommend, zuweilen aber nicht; im Allgemeinen aber nur dem Menschen eigenthümlich, und besonders nach anhaltender Irritation, bei Säufern u. s. w. in stärkerem Grade entwickelt. Durch Luschka und Meyer wurde ihre Verbreitung eingehender verfolgt und ihr Bau ein Gegenstand etwas ausführlicherer Untersuchungen. Im Allgemeinen blieb doch ihre Bedeutung und Structur ebenso räthselhaft wie vorher. Betreffs ihrer Verbreitung haben wir dann ihre constante Beziehung zu den Venen und das Einschiessen der Zotten in venöse Räume, sogar derjenigen der seitlich von dem Sinus longitudinalis vorkommenden in eigenthümliche, von uns und Trolard gleichzeitig entdeckten Lacunen oder kleinen Sinus dargethan. Bezüglich des feineren Baues aber haben wir eine vorläufige Mittheilung darüber gegeben und in Zusammenhang damit die ihre physiologische Bedeutung betreffenden Resultate unserer Injectionsversuche besprochen.

Hier werden wir diese unseren seither vielfach fortgesetzten Untersuchungen und in Zusammenhang damit eine Auswahl unserer Abbildungen mittheilen.

Die Arachnoidalzotten kommen sowohl am grossen als am kleinen Gehirn vor. Beim ersteren sind sie am zahlreichsten verbreitet an den inneren oberen Rändern der grossen Hemisphären, an deren hinteren Enden und an der unteren Fläche des Temporallappens. Sonst kommen sie auch hie und da etwas von diesen Stammplätzen entfernt vor. Am kleinen Gehirn sind sie am hinteren Rande und in der Mittellinie der oberen Fläche vorhanden.

Da indessen die Arachnoidalzotten hauptsächlich nach den grösseren venösen Räumen der Dura mater angeordnet sind und in ihrer Beziehung zu diesen ihr eigentliches Interesse darbieten, werden wir sie hier am vortheilhaftesten nach diesen Räumen gruppiren. Sie kommen an den folgenden von diesen Räumen vor: im Sinus longitudinalis superior, Lacunæ laterales sinus superioris (nobis), Sinus transversi, Sinus cavernosi, Sinus petrosi superiores und Venæ meningeæ mediæ. Vor Allem sind die beiden ersteren Plätze die wichtigsten; schon seit lange kannte man die Verbreitung der Pacchionischen Granulationen an den Rändern der grossen Sichel. Hie und da hatte man sogar das Eintauchen einiger derselben in den Sinus longitudinalis superior beobachtet. Die meisten dieser Granulationen, wurden aber neben dem Sinus, etwas von ihm entfernt, gefunden; von diesen letzteren wusste man nur, dass sie in die Dura mater und die Schädelknochen einschossen. Bei der näheren Untersuchung dieser Granulationen gelang es uns zu finden, dass auch hier beiderseits vom Sinus (s. die Historik) eigenthümliche accessorische Sinus oder Höhlen in der Dura verborgen liegen und dass die Granulationen eben in diesen stecken. Diese Höhlen oder Lacunen (S i n u s s. L a c u n æ l a t e r a l e s s i n u s s u p e r i o r i s) sind unregelmässig und von sehr wechselnder Gestalt, bald drei- bald viereckig oder rhomboidartig. Sie messen von 1 bis 3 Cm. in Länge und 0.5 bis 1.5 Cm. in Breite; ihre Wände sind, wie bei den anderen Sinus überall von der Dura gebildet. Sie hängen oft durch breitere oder schmalere Gänge unter einander zusammen und münden durch kleine rundliche oder spaltenförmige Oeffnungen, welche man leicht für die Mündungen kleinerer Venen halten möchte, an den Seiten des Sinus longitudinalis; da dieser oft durch längsgehende Wände stellenweise in mehrere Räume abgetheilt ist, werden oft die Mündungen einzelner Lacunen durch solche Wände verdeckt. Ihre Längsaxe ist gewöhnlich mehr oder weniger quer gegen diesen Sinus gerichtet. Das andere Ende derselben ist im Allgemeinen zugespitzt und sieht nach aussen; in ihm mündet in der Regel ein Ast der Venæ meningeæ. Die Lacunen sind von mehreren, vertical oder schief gehenden Balken durchzogen, die das Dach mit dem Boden verbinden. Sonst sind sie aber gewöhnlich, sogar strotzend, mit Pacchionischen Zotten erfüllt, welche die Zwischenräume zwischen den Balken einnehmen und frei in dem durchsickernden Blutstrom baden. Einzelne solcher Lacunen halten mehr sparsame Zotten. Im Allgemeinen kann man doch sagen — und dies wird bemerkbar, wenn man viele Lacunen sowie den Sinus longitudinalis selbst auf-

schneidet und blosslegt (wie z. B. in der Fig. 3 Taf. XXVII) — dass die meisten Zotten ihren Sitz und ihre Heimath eben in den Lacunen haben, d. h. dass die Lacunen vorzüglich für die Pacchionischen Zotten bestimmt sind. Oft sieht man in der Mündung nach dem Sinus zu einige Zotten in diesen hervorschiessen, die Mündung fast verdeckend. Die Lacunen sind sonst ziemlich flach und besitzen eine Höhe, die nicht viel mehr als die der Zotten selbst beträgt, so dass diese oft bis zum Dach emporschiessen oder dasselbe sogar erheben. Wenn die Zotten sehr stark entwickelt sind und in grossen Gruppen beisammensitzen, sieht man deswegen schon nach Entfernung der Schädelkapsel an der blosgelegten Dura die bekannten Hügel der Zottengruppen, von dem dünnen, oft bei der Bloslegung zerrissenen, duralen Dach der Lacunen bedeckt; eben in solchen, freilich sehr oft vorkommenden Fällen, ist die bekannte Aushöhlung der inneren Tafel der Schädelkapsel geschehen, und die Zottengruppen stecken in dieser Weise, vom emporgehobenen verdünnten Dach der Lacunen bedeckt, in den Grübchen der Knochen, wobei es, wie bekannt, sogar zuweilen geschieht, dass der Knochen allmählig perforirt wird und die Zottengruppen unter den äusseren Bedeckungen des Schädels zu liegen kommen.

Die soeben beschriebenen venösen Zottenlacunen sind in wechselnder Menge vorhanden; man kann deswegen keine bestimmte Zahl für sie angeben; doch werden sie immer an den beiden Seiten des Sinus longitudinalis superior gefunden, von der Stirngegend an bis zum hinteren Theil der Scheitelgegend; besonders zahlreich sind sie am eigentlichen Vertex. Sie gehören nicht nur dem erwachsenen Menschen, wo wir sie eben beschrieben haben, sondern auch in ganz entsprechender Weise den Kindern, sogar den neugeborenen; in der Fig. 5 Taf. XXVII ist eine solche von oben aufgeschnittene Lacune etwas vergrössert dargestellt; im Boden derselben sieht man die injicirten Zotten. Aber auch bei Thieren, z. B. Hund (Taf. XXVII Fig. 4), Schaf fanden wir diese Zottenlacunen wieder. Bei kleineren Thieren, z. B. Kaninchen, scheinen sie indessen nicht entwickelt zu sein.

Nicht nur in diesen Lacunen sondern auch in den in sie einmündenden meningealen Venen sowie zuweilen in anderen solchen Venen an der oberen Wölbung der Dura, etwas mehr von dem Sinus longitudinalis entfernt, kommen hie und da einzelne Zotten oder kleine Gruppen von ihnen vor.

Im Sinus longitudinalis selbst steckt gewöhnlich eine verhältnissmässig geringere Zahl. Sie stehen dort bald mehr vereinzelt, bald mehr gruppenweise. Zuweilen sind sie hier durch einige grössere Zotten vertreten. Einmal sahen wir sogar nur eine, aber diese war fast erbsengross.

Wenn man eine abgelöste Dura von unten betrachtet, findet man sie, wie bekannt, an beiden Seiten der Sichel in weiter Ausdehnung cribrirt. Von der Sichel steigen Balkenbündel zur Innenfläche der Dura über; diese lösen sich auf, kreuzen einander und die übrigen Schichten der Dura, die hier auch cribrirt sind, in der verschiedensten Weise, eine Menge von kleinen Spalten und Oeffnungen zwischen sich lassend. Dadurch entsteht die Cribrirung der Dura in dieser Region. In den Spalten und Oeffnungen steigen aber die Pacchionischen Zotten, d. h. ihre Stiele, von der Arachnoidea in das durale Gewebe hinauf, eben um durch dasselbe, wie unten näher beschrieben werden soll, in die Lacunen und den Sinus longitudinalis einzuschiessen. Hie und da tauchen auch die aus der weichen Haut nach der Dura und dem Sinus überspringenden Venen in dieses cribrirte Duragewebe in schiefer Richtung hinein, dabei von einer dünnen Duraschicht mit spärlicheren Balken und Balkenbündeln bedeckt (Taf. XXVII Fig. 6); diese Venen münden dann grösstentheils am unteren Umfang des Sinus, oft mit ziemlich kleinen Oeffnungen.

Im Sinus transversus (Taf. XXVII Fig. 2, 7), sowohl dexter als sinister, findet man oft eine Reihe von Pacchionischen Zotten, besonders vom unteren Umfang desselben in sein Lumen emporschiessend. Wenn man aber die Dura von der inneren oder Gehirnfläche, sei es von oben oder von unten her, betrachtet, sieht man eine noch viel grössere Zahl von Zotten in das Duragewebe hineindringen. Dieses ist auch hier, vorzüglich an der unteren Fläche, wo der hintere Rand des Kleinhirns anliegt, sehr stark cribrirt, mit ähnlichen, in verschiedenen Richtungen sich kreuzenden Balken. Stellenweise ist dieses Eindringen von Zotten stärker; so gewöhnlich an der inneren Ecke und 1 bis $1^1/_2$ Zoll von derselben. Nur ein geringer Theil dieser von unten her eindringenden arachnoidalen Zotten steigt bis zum Lumen des Sinus empor und taucht in ihn hinein; die meisten bleiben im Duragewebe zurück, dasselbe in verschiedenen Richtungen durchkreuzend (s. unten). So verhält es sich auch mit den Zotten, die von oben von der Grosshirnseite (vom hinteren Ende der Hemisphären) her in die Wand des fraglichen Sinus eindringen. Man findet hier, besonders nach aussen zu gegen die Nähe der Einmündung des Sinus petrosus superior, die Dura mit länglichen, hier oft mehr parallelen Spalten versehen, durch welche das Arachnoidalgewebe mit vielen kleinen Zotten eindringt und sich in der Dura verbreitet; nur ein geringerer Theil dieser Zotten erreicht das Lumen des Sinus.

In den Sinus rectus des Tentorium dringen in mehr oder weniger grosser Zahl feine arachnoidale Zotten von unten, d. h. von der Arachnoidea des Kleinhirns längs dessen oberen Mitte, hinein; auch hier ist die Dura siebförmig durchlöchert.

In der Dura, welche die Fossæ temporales bekleidet, findet man gewöhnlich an mehreren Stellen kleine Zotten, die beim Abtragen des Gehirns von diesem abgerissen werden. Man sieht sie besonders an den grösseren Stämmen der Venæ meningeæ und am inneren Winkel der Gruben neben der Sella turcica, d. h. über den Sinus cavernosi (Taf. XXVII Fig. 2). Auch an diesen Stellen ist die Dura oft ein wenig cribrirt; ihre Balken sind nämlich durch eindringende Zotten von einander getrennt. Wenn man die Venæ meningeæ aufschneidet, sieht man auch hie und da kleine Zottengruppen in sie hineinschiessen, ihr Lumen in dieser Weise mehr oder weniger verengernd. Die Zotten sind indessen hier in wechselnder Menge vorhanden; zuweilen sind sie zahlreich, zuweilen sehr sparsam oder fehlen ganz.

An der oberen Fläche der beiden Alæ sphænoideæ minores findet man in der Regel, dass die Arachnoidea der Dura anhaftet; dieser Zusammenhang wird aber immer sehr leicht beim Herausnehmen des Gehirns abgerissen, weswegen derselbe bisher nicht beachtet zu sein scheint; er beruht auf ein Eindringen der Arachnoidea ins Duragewebe, also auf arachnoidales Zottengewebe.

An den Seiten der Sella turcica sieht man in der Regel die Dura an der Innenfläche von feinen, spaltenförmigen Löchern cribrirt; durch diese dringen auch arachnoidale Zotten in das Duragewebe hinein. Wohin ziehen nun diese Zotten? Wenn wir die Dura hier aufschnitten, fanden wir diese Zotten in venösen Räumen steckend, nämlich in den Sinus cavernosi, wo auch Quincke solche gesehen zu haben scheint. Wenn man von unten her nach Entfernung der Knochen diese Sinus durch Aufschneidung der Dura öffnet, findet man, wie an der Fig. 8 Taf. XXVII, nach aussen von der darin liegenden Carotis in dem Balkenwerk, welches den Nervus abducens umgiebt, eine oft ziemlich zahlreiche Reihe von kleinen, rundlichen, theils einzeln, theils gruppenweise angeordneten Zotten. Aehnliche Zotten stehen auch in kleinen Gruppen etwas nach hinten davon in dem dort sich öffnenden Sinus petrosus, eben die Durawand durchbohrend, auf welcher der Trigeminus mit seinen Zweigen dicht anliegt. Auch in dem kleinen venösen Sinus, der oft an der äusseren Seite des vorderen Astes des Trigeminus verläuft, werden solche Zotten gefunden. Diese Zotten stammen theils direct aus der Arachnoidea cerebralis, welche, wie oben angegeben wurde, über den Sinus cavernosi in die cribrirte Dura eindringt. Ein nicht unbedeutender Theil derselben hat aber einen noch viel interessanteren Ursprung. Wenn man nämlich vorsichtig die N. abducens und trigeminus ausschneidet, findet man sie hie und da mit kleinen Gruppen Pacchionischer Zotten besetzt, und bei näherer Untersuchung sieht man, dass diese Zotten von ihrer Arachnoidalscheide stammen. So z. B. an der Taf. XXVII Fig. 8, 11, wo Trigeminus von unten her gezeichnet ist und wo eine Menge von Zotten in dem unter ihm befindlichen Sinus stecken. In der Fig. 13 ist ein mit Zotten besetzter N. abducens abgebildet. Aber auch am Oculomotorius fanden wir zuweilen in ganz entsprechender Weise kleine Zottengruppen, die aus seiner Arachnoidalscheide stammten. In den Sinus cavernosi ist also ein ziemlich constanter Sitz der Pacchionischen Zotten vorhanden.

Nachdem wir hiermit die Verbreitung der Zotten beschrieben haben, werden wir jetzt ihren Bau eingehender darstellen, um dann unsere Injectionsversuche und die daraus hervorgehenden Ansichten über ihre Bedeutung zu besprechen. Da die arachnoidalen Zotten von sehr wechselnder Gestalt sind, mag es am besten sein, von den einfachsten Formen auszugehen. Diese sind in der Regel birn- oder ballonförmig, haben einen dickeren freien Theil oder Körper und davon ausgehend einen Stiel oder Fuss, der mit der Arachnoidea des Gehirns zusammenhängt. Wenn man eine solche Zotte nach gelungener Erhärtung an Verticalschnitten bei hinreichender Vergrösserung untersucht, findet man, dass sie (wie in der Taf. XXXI Fig. 1 abgebildet ist) aus einem netzförmigen Balkenwerk besteht, welches zahlreiche Maschen bildet, indem die Balken reichliche Anastomen mit einander eingehen. Diese Balken sind ganz wie die oben beschriebenen subarachnoidalen Balken gebaut (Taf. XXXI Fig. 1—5); sie bestehen aus den gewöhnlichen Fibrillenbündeln, die auswendig von dem dünnen Endothelzellenhäutchen umhüllt sind. Deswegen findet man hie und da an ihnen die plattovalen, von einer kleinen Protoplasmazone umgebenen Kerne. Die Verbindungen der Balken mit einander finden auch in der oben beschriebenen Weise statt; die Fibrillenbündel laufen zusammen oder theilen sich und tauschen mit einander vielfach Fibrillen aus; die Zellenhäutchen theilen sich dabei auch und begleiten überall die Fibrillenbündel als mehr oder weniger dicht anliegende, vollständige Hüllen. Zwischen den Balken findet man kleine offene Maschenräume (Taf. XXXI Fig. 1—5). Bei guter Präparation sieht man,

dass der ganze Inhalt der Zotte in dieser Weise gebaut ist. Wenn aber die Maschen zusammengefallen oder zusammengezogen sind, so erscheinen die Zotten als aus viel dichterem Bindegewebe ohne offene Räume gebildet; immer nämlich ist das Zottengewebe aus den oben beschriebenen, freien, aber netzförmig anastomosirenden Balken gebaut.

An der Oberfläche der Zotte liegt ein Endothel von ganz derselben Art wie das die Arachnoidea auswendig bekleidende. Durch Silberfärbung kann man oft streckenweise die Grenzen der Zellen darlegen (Taf. XXXI Fig. 9). Es löst sich leicht in zusammenhängenden dünnen Fetzen ab (Taf. XXXI Fig. 5); unter ihm erscheint dann das Gewebe, welchem es anliegt. Dieses wird durch die flächenhafte Ausbreitung der äussersten Balken zusammengesetzt, deren Fibrillenbündel sich in Fibrillen auflösen; diese bilden dadurch eine membranartige Schicht, die im Allgemeinen sehr dünn ist, nur hie und da durch das Ansetzen der sich gegen die Membran verbreiternden Balken dicker wird (Taf. XXXI Fig. 2, 5). In der Regel erscheint dieselbe vollständig und nicht durchbrochen; nur hie und da findet man zwischen den Fibrillen kleine spaltenförmige Löcher, die nur in- und auswendig durch das Endothel bedeckt sind (Taf. XXXI Fig. 7). Nach dem Stiel zu und in ihm werden in der Regel die Balkenmaschen mehr gestreckt.

Dies ist im Allgemeinen der Bau der Zotten. Bei näherer Untersuchung findet man indessen, dass derselbe sich durch den Stiel auf die Arachnoidea und das Subarachnoidalgewebe fortsetzt. Das Flächenendothel der Zotte geht in das der Arachnoidea unmittelbar über; das Balkennetz der Zotte hängt mit dem subarachnoidalen Balkengewebe direct durch den Stiel zusammen. Die ganze Zotte ist also als eine Ausstülpung des Subarachnoidalgewebes sammt der es bedeckenden Arachnoidea anzusehen.

Die Gestalt der Zotten ist indessen nicht immer so einfach. Sie unterliegt im Gegentheil sehr grossen Wechselungen. Oft sind sie durch eine oder mehrere Furchen gespaltet, oft senden sie kleine Auswüchse aus. Oft sitzt eine Reihe von Zotten auf einem gemeinsamen Stiel u. s. w. Die verschiedenen Wechselungen der Gestalt der Zotten hier zu erwähnen, wäre doch ganz nutzlos. Hier mag nur hervorgehoben werden, dass bei Allen der feinere Bau immer der oben beschriebene ist. In grösseren Zotten findet man oft (wie in der Fig. 1 Taf. XXXI) etwas grössere Höhlen hie und da im Balkengewebe. Sie sind ohne Ordnung zerstreut, von verschiedener Grösse und überall nur von demselben Balkennetz umgeben. Zuweilen, aber doch nur ausnahmsweise, findet man auch in grösseren Zotten ein oder anderes Blutgefäss, das Balkengewebe in kurzer Strecke durchziehend; dies wird natürlich erscheinen, sobald man den Zusammenhang des Zottengewebes mit dem Subarachnoidalgewebe kennt.

Die Zotten stehen nie frei im Subduralraum, wie man bisweilen auch in letzterer Zeit angenommen hat und wie es nach Entfernung der Dura erscheint. Sie stecken im Gegentheil alle in dieser letzteren Membran. Durch die oben beschriebenen Löcher der cribrirten Theile der Dura strecken sie sich mit ihren Stielen nach den venösen Lacunen und Sinus zu. Manche der kleineren erreichen diese nicht oder nur mit dem obersten Theil ihres Körpers. Die meisten aber ragen in das Lumen der Lacunen und Sinus hinein. Hier stehen sie indessen nicht nackt ohne Hülle. Vielmehr sieht man an ihnen immer eine Kappe, welche sie überall umschliesst (Taf. XXXI Fig. 1, 8). Diese Kappe ist verhältnissmässig dünn; sie besteht aus einer Schicht von sparsameren oder dichteren Balkenbündeln (Taf. XXXI Fig. 10), die inwendig von einem Endothelhäutchen überzogen und nach dem Lumen des Sinus von dem Venenendothel bekleidet ist. Zuweilen fehlen wenigstens streckenweise die Balken; dann wird die Kappe fast nur aus den beiden Endothelschichten gebildet (Taf. XXXI Fig. 6). Hie und da sieht man von der Innenfläche der Kappe ein feines Häutchen sich ablösen, das wie ein elastisches erscheint; es liegt offenbar unter dem Endothel der Innenfläche. Zwischen dieser Kappe und der Zottenoberfläche bemerkt man gewöhnlich einen offenen spaltförmigen Zwischenraum, der nach unten um den Stiel mit dem Subduralraum des Gehirns frei zusammenhängt. Durch diesen Raum der Zotte (Taf. XXXI Fig. 1), den wir als ihren Subduralraum bezeichnen, ziehen einzelne, aber sparsame, freie und kurze, von einer Endothelscheide umgebene Balken, welche die Kappe an die Zottenoberfläche binden. Die Kappe selbst, welche wir die Duralscheide der Zotten nennen, besteht nämlich aus Duragewebe und entspricht eben der von der Zotte emporgehobenen duralen Wand des Sinus oder einer sonst etwas tiefer aus dem Duragewebe mitgerückten Schicht. An den Seiten der Zotte kann man sie nämlich oft ziemlich tief gegen den Stiel zu verfolgen. Wenn mehrere Zotten dicht beisammenliegen oder wie aus der Spaltung einzelner Zotten entstanden sind, schlägt sich die Kappe an der Theilungsstelle von der einen um, um dann die andere zu umhüllen. Bei dichtliegenden Zotten senkt sich von der Umschlagsstelle der Kappe in der Regel als deren Fortsetzung eine ungespaltene Lamelle tiefer in die Dura hinab.

Die Zotten steigen indessen in der Regel nicht einfach die Dura hindurch. Im Gegentheil bilden sie hier oft ein sehr verwickeltes Gewebe, indem sie sich verzweigen und mit einander in der verschiedensten Weise anastomo-

siren. Die schmaleren oder breiteren Arme erstrecken sich nach allen Richtungen zwischen den Durabalken, bilden bald rundliche Verbindungen, bald umspinnen sie als nur dünne Häutchen diese Balken, so dass man sogar über ihren Ursprung zweifelhaft werden kann. Hie und da senkt sich indessen ein Stiel oder Verbindungsarm nach der Arachnoidea cerebralis hin, um in diese überzugehen. Dieses arachnoidale oder Zottennetz in der Dura ist indessen nicht überall an den betreffenden Theilen vorhanden. Besonders reichlich ist es an der unteren Wand des Sinus longitudinalis, im oberen Theil der Sichel (Taf. XXX Fig. 1, 2). An den Stellen dagegen, wo die Zotten reichlich in die venösen Lacunen hineindringen, ist die von ihnen durchzogene Duraschicht in der Regel viel dünner; zuweilen besteht sie nur aus einer einzigen Schicht weit von einander abstehender Balken, deren Zwischenräume von den dickeren Stielen der Zotten eingenommen und erfüllt sind (Taf. XXVIII Fig. 1, 2).

Von dem arachnoidalen Maschen- oder Zottengewebe in der Dura steigen hie und da wirkliche Zotten von den gewöhnlichen Formen ins Lumen der venösen Räume hinein. Oft fehlen indessen streckenweise solche freie Zotten; man findet nur das Duragewebe von dem intricaten Maschengewebe durchzogen. Bei mikroskopischer Untersuchung erweist sich auch dieses arachnoidale Maschengewebe als aus demselben Balkengewebe gebildet wie die übrigen Zotten; seine Maschen sind nur in der Regel etwas mehr länglich und dicht liegend.

In die venösen Lacunen schiessen, wie oben bemerkt ist, die Zotten oft hoch, ja bis zum Dach empor; sie erfüllen, wenn sie reichlich sind und dicht stehen, oft einen bedeutenden Theil des Lumen der Lacunen (Taf. XXVIII Fig. 1, 2; Taf. XXIX Fig. 1, 2, 4; Taf. XXX Fig. 4). Zwischen den Zotten stehen Balken und schmale Wände, welche die Lacunen in verschiedenen Richtungen schief oder vertical vom Boden bis zum Dach durchziehen. Sie sind aus dichtem Duragewebe gebildet und mit dem Sinusendothel bekleidet. Hie und da sieht man sie mit der Kappe der Zotten zusammenhängen. Das Duragewebe, welches die zottenhaltigen Lacunen und Sinus umgiebt, ist sehr reich an kleinen Blutgefässen, besonders an Venen. An Durchschnitten sieht man deswegen eine Menge von Gefässlumina. Diese Gefässe, die hier dichte Netze bilden, scheinen deutlich in irgend einem Verhältnisse zu den Zotten zu stehen. Sie werden jetzt bei der Darstellung unserer Injectionsversuche näher erwähnt werden.

Da wir nun nach der Schilderung des Baues der Zotten zu diesen Versuchen übergehen, werden wir, wie oben, zuerst jede für sich, die subarachnoidale und die subdurale Injection, besprechen, um dann die Doppelinjection zu erwähnen. Bei der subarachnoidalen Injection, welche in ganz derselben Weise unter sehr gelindem Druck ausgeführt wird, wie bei der Schilderung der Subarachnoidalräume beschrieben wurde, läuft die Flüssigkeit durch diese Räume am Gehirn, sowie durch das maschige subarachnoidale Balkengewebe, welches in der Umgebung der arachnoidalen Zotten sowie unter ihnen in der Regel vorhanden ist, durch die Stiele, d. h. zwischen ihren Balken, ohne bis dahin in den Subduralraum auszutreten, in die Zotten selbst hinaus. Bei diesen angelangt, breitet sie sich mit derselben Leichtigkeit in dem maschigen Gewebe aus, welches sich wie ein Schwamm damit füllt. Die Maschen zwischen den Balken werden ausgespannt, die Zotte wird erigirt und erscheint durch die Injectionsflüssigkeit gefärbt. Diese bleibt aber nicht lange einzig und allein in dem Gebiete des Zottenbalkengewebes. Sie dringt im Gegentheil bald durch die die Oberfläche der Zotten bildende Schicht in den Subduralraum der Zotten hinaus, füllt und spannt diesen Raum und die denselben begrenzende Duralscheide rings um die Zotte, bleibt aber auch nicht hier stehen, sondern fliesst durch die Duralscheide selbst in den venösen Sinus oder die Lacune hinaus, um sich in dieser Weise mit dem Blute zu vermischen (Taf. XXVIII Fig. 2; Taf. XXIX Fig. 4; Taf. XXX Fig. 1).

Auf dem angegebenen Wege findet also ein Uebergang der Flüssigkeiten aus den subarachnoidalen Räumen, resp. den Ventrikeln des Gehirns, zu den Blutbahnen des Körpers statt. Dies geschieht bei Injectionen schon bei dem gelindesten Druck. Man kann den Uebergang sogar mit blossem Auge wahrnehmen, wenn man vorher vorsichtig das Schädeldach abgehoben und den Sinus oder die venösen Lacunen aufgeschnitten hat. Dabei sieht man, nach Injection in die subarachnoidalen Räume, die gefärbte Flüssigkeit zuerst die Zotten erfüllen und erigiren; dann erscheint eine Flüssigkeitsschicht auf ihrer Oberfläche, und sie fliesst langsam von den Zotten frei in den Blutraum hinaus. Der Weg ist ja auch nur durch zwei dünne Schichten abgesperrt. Diese beiden sind die oberflächliche Schicht der Zotten und die Duralscheide derselben. Wie geht nun die Flüssigkeit durch diese hindurch? Wirkliche, tadelfreie Oeffnungen, Poren oder Stomata, konnten wir hier nie finden. In der Oberflächenschicht der Zotten fanden wir aber, wie oben bemerkt wurde, hie und da kleine spaltförmige Löcher in der inneren Fibrillenlage, welche nur durch Endothel geschlossen sind; in diesem Endothel sieht man oft nach Versilberung zwischen den einzelnen Zellen die bekannten »Stomata«. An der Duralscheide sind die Fibrillenbündel nicht überall in zusammenhängender Lage angeordnet; vielmehr findet man hier Strecken, die nur sparsame solche Bündel enthalten, so dass auch in der Duralscheide

streckenweise nur Endothelschichten dem Flüssigkeitstrom entgegenstehen. Dass aber diese, wenn sie dünn sind, gar nicht den Austritt von Flüssigkeiten verhindern, ist eine Thatsache, die man aus vielen Stellen und Organen des Körpers kennt; wir erinnern nur an das Diaphragma, die Capillaren im Allgemeinen u. s. w., ohne dass man hier bis jetzt wirkliche, immer vorhandene Oeffnungen an diesen Theilen gefunden hat. Es ist sehr wahrscheinlich, was man ja auch an einigen Orten zu beweisen suchte, dass an solchen Endothelhäutchen die Stomata erst bei Ausspannung derselben, z. B. eben durch eine andringende Flüssigkeit entstehen. Dadurch erklärt sich auch leicht das Ausfliessen der Injectionsflüssigkeit von dem Inneren der arachnoidalen Zotten durch endotheliale Schichten in die venösen Räume hinaus. Eine solche Ausspannung des Gewebes mag auch das Durchtreten der Flüssigkeit durch solche Duralscheiden und Oberflächenschichten der Zotten erleichtern, wo diese dichter mit Balkenbündeln versehen sind; dabei werden die vorhandenen kleinen, im zusammengefallenen Zustande vielleicht kaum wahrnehmbaren Spalten erweitert und lassen die Flüssigkeit ohne Schwierigkeit hindurch. Hier mag erwähnt werden, dass nicht nur wirkliche Lösungen in dieser Weise aus den subarachnoidalen Räumen durch die Zotten in die venösen Sinus hinausfliessen, sondern auch solche Flüssigkeiten, die aufgeschwemmte Körnchen enthalten, wie z. B. feiner Zinnober in Wasser zerrieben. Die Körnchen werden hierbei nicht abfiltrirt sondern gehen massenhaft in die Sinus hinaus. Merkwürdigerweise sahen wir die Flüssigkeit nie rückwärts von den Subduralräumen der Zotten in den grossen Subduralraum des Gehirns hinaustreten; wahrscheinlich wird dies eben durch die Füllung und Ausspannung des Zottenstieles behindert. Dies von den Subarachnoidalen Injectionen der einfacheren Zotten.

Wenn aber die Zotten im Inneren der Dura verzweigt sind, wenn das eindringende arachnoidale Gewebe in mancherlei verschiedenen Richtungen die Dura durchkreuzt und ihre Balken umspinnt, wie verhält sich dann die Injection? Die Flüssigkeit verbreitet sich mit Leichtigkeit in eben derselben Weise in diesem Gewebe, seine Maschen erfüllend, die Dura in den verschiedensten Richtungen durchkreuzend und ihre Balken umgebend. Eben durch die Injection erhält man Gewissheit, dass dieses die Durabalken umspinnende, nicht selten schwer deutbare Gewebe aus dem arachnoidalen, d. h. Zottengewebe stammt. Durch solches Gewebe hängen die Bahnen der einzelnen Zotten mit einander zusammen (Taf. XXIX Fig. 3; Taf. XXX Fig. 2).

Bei der subduralen Injection (Taf. XXIX Fig. 1, 2) der Zotten sind die Verhältnisse viel einfacher. Dabei dringt die Flüssigkeit von dem Subduralraum des Gehirns nie in das Innere der Zotten hinein, sondern fliesst den Zottenstielen entlang rings um dieselben direct in die Subduralräume der Zotten, in diesen überall zwischen der Oberfläche und der Duralscheide der Zotten sich verbreiternd, die Duralscheide mehr und mehr ausspannend. Wie bei der subarachnoidalen Injection dringt dann die Flüssigkeit in ganz derselben Weise mit grosser Leichtigkeit durch die Duralscheide hindurch und fliesst also in die venösen Blutbahnen hinein. Wenn die Zotten und im Allgemeinen das in die Dura eindringende Arachnoidalgewebe verzweigt sind und die Durabalken in verschiedenen Richtungen umspinnen, fliesst auch die Injectionsflüssigkeit längs derselben rings um die Durabalken herum, diese zunächst umhüllend.

Sowohl bei der subarachnoidalen als bei der subduralen Injection läuft also die injicirte Flüssigkeit in die venösen Bluträume hinaus. Dies ist aber nicht nur der Fall, wenn jede Injection für sich vorgenommen wird, sondern auch, wenn beide gleichzeitig geschehen. Bei dieser Doppelinjection laufen die Flüssigkeiten, die von verschiedener Farbe sein müssen, um von einander bei der Untersuchung leicht unterschieden zu werden, jede auf ihren Bahnen nach den Subduralräumen der Zotten hin. Hier begegnen sie einander und werden mehr weniger vermischt. Dann fliessen sie vermischt durch die Duralscheide in die venösen Räume hinaus. In der Taf. XXX Fig. 3, 4 haben wir diese Verhältnisse darzustellen versucht.

In den venösen Räumen, Sinus und Lacunen, angelangt, verbreitet sich die Injectionsflüssigkeit, wie man schon mit blossem Auge wahrnehmen kann, gewöhnlich in den feineren Blutbahnen der Dura. Sehr oft fanden wir also eine mehr oder weniger starke Füllung der Venæ meningeæ und ihrer Aeste in weiter Ausdehnung. Oft erhielten wir aber vor Allem eine reichliche Injection von Blutgefässnetzen in der Gegend der Dura, welche den Sinus longitudinalis und die Lacunen umgiebt; so z. B. besonders am Dach des genannten Sinus. Von diesen aus streckte sich aber die Injection oft durch die Schädelknochen hindurch bis in die Venen der äusseren Haut. Andererseits ging sie auch mit den Blutleitern in die Halsvenen bis ins Herz u. s. w. Bei der näheren Untersuchung der also injicirten Durapartien fanden wir dieselben, besonders in der Umgebung des Sinus longitudinalis von sehr reichlichen, gefüllten, kleinen Venen durchzogen, welche oft in den Balken und in den zwischen den Zotten liegenden Duratheilen verliefen. Wir glaubten zuerst einen directen Zusammenhang zwischen diesen kleinen Venen und dem arachnoidalen Zotten-

gewebe finden zu können; dies gelang aber nicht, und glauben wir jetzt, dass diese feinen Gefässe im Allgemeinen von den Sinus und den venösen Lacunen aus gefüllt werden. Von diesen Gefässen werden nicht selten, wie oben erwähnt ist, die röhrenförmigen Canäle in dem Duragewebe streckenweise gefüllt (Taf. XXIV Fig. 7); da dies schon bei dem gelindesten Druck geschieht, kann man diese Injectionen nicht ohne Weiteres für Extravasate erklären. Es ist deswegen sogar möglich, dass zwischen den fraglichen Canälen und den Venen ein natürlicher Zusammenhang vorhanden ist (S. o. S. 165).

Die bis jetzt beschriebenen Resultate der Injectionen beziehen sich auf den erwachsenen Menschen. Wir haben nämlich eine bedeutende Menge menschlicher Leichen in dieser Richtung untersucht. Da indessen die Zotten nicht nur beim Erwachsenen sondern auch beim Kinde vorkommen, haben wir auch bei solchen Injectionen vorgenommen, sogar bei Neugeborenen. Auch bei diesen lassen sich, besonders schön in den venösen Lacunen, Zotten injiciren. In der Fig. 5 Taf. XXVII haben wir eben eine solche geöffnete, mit Zotten gefüllte Lacune vom Neugeborenen vergrössert abgebildet.

Auch bei Thieren, besonders Hund und Schaf, machten wir eine Reihe von solchen Injectionsversuchen. Bei diesen erhielten wir entsprechende Resultate. Wir haben in Taf. XXVII Fig. 4 die Dura eines Hundes abgebildet, wo die venösen Lacunen Massen von injicirten Zotten darbieten. Diese Injectionen wurden meistens an eben getödteten Thieren ausgeführt. Aber auch bei lebenden Hunden (und Kaninchen) haben wir eine Reihe von Injectionsversuchen gemacht. Dies geschah eben um die von Boehm angegebene Resorption der Dura zu prüfen. Wir spritzten dabei entweder mit einer Spritze oder durch die von uns gewöhnlich ausgeübte Methode mittelst langsamen Selbsteinfliessens eine kleinere Qvantität von Flüssigkeit, sei es lösliches Berlinerblau oder Zinnoberemulsion, in den Subduralraum des Rückenmarks hinein. Das Thier wurde, wenn nicht durch den ausgeübten Eingriff todt, nach einigen Stunden getödtet und die Dura vorsichtig entblösst und erhärtet. Bei der Untersuchung fanden wir hie und da die Blutgefässe der Dura mit der Injectionsflüssigkeit gefüllt. Nie sahen wir aber in dem Gewebe der Dura Bahnen, auf welchen diese Gefässe von der inneren Fläche dieser Haut injicirt sein konnten. Dagegen waren die Pacchionischen Zotten in den Lacunen und im Sinus longitudinalis gefüllt und Injectionsflüssigkeit in diese Räume frei ausgetreten. Die feineren Blutgefässe der Dura, welche injicirt waren, befanden sich auch vorzüglich in der Nähe der genannten, die Zotten enthaltenden, venösen Räume. Nach unseren Versuchen erschien es uns deswegen sicher, dass die Füllung der Venen in der Dura nicht eine wirkliche Resorption von der inneren Fläche her durch eigenthümliche Bahnen in die Blutgefässe hinein ist, sondern eine Injection der Blutgefässe durch Vermittelung der Pacchionischen Zotten darstellt.

Welche Rolle kann man nun auf Grund aller dieser Untersuchungen den Pacchionischen Zotten zuertheilen? Sind sie nur pathologische Bildungen oder kann man auf eine physiologische Function schliessen, und welcher Art ist denn diese Function?

Dass sie nicht pathologische Bildungen sind, geht schon daraus hervor, dass sie gar nicht inconstant sind, sondern an jeder menschlichen Leiche, obwohl in etwas verschiedener Menge, vorhanden sind. Früher, wo man die in der Dura verborgenen, mit Zotten erfüllten, venösen Lacunen noch nicht kannte, lag es zwar näher, sie für inconstant zu erklären; jetzt kann dies nicht mehr möglich sein. Ihr Vorkommen bei jedem Alter, schon bei Neugeborenen, widerlegt ihre pathologische Natur. Ihr Bau, der garnichts mit inflammatorischen Zuständen, u. s. w. gemein hat, sondern vollständig mit der Arachnoidea und dem normalen Subarachnoidalgewebe übereinstimmt, spricht ferner entschieden gegen eine krankhafte Entstehung. Ihr normales Dasein wird auch durch ihr gleichartiges Vorkommen bei Thieren bewiesen. Die Entdeckung, dass sie im Allgemeinen in venösen Räumen stecken, weist gewiss auf eine bestimmte physiologische Bedeutung hin. Alle stammen sie aus der eigentlichen Arachnoidea und dem Subarachnoidalgewebe. Keine von ihnen gehören der inneren Schicht der Dura (der »Arachnoidea parietalis»), wie Luschka erwiesen und noch in späterer Zeit aufrecht halten will, keine stecken, wie er auch behauptet hat, frei im Subduralraum des Gehirns.

Weil wir noch dazu durch unsere Injectionen bewiesen haben, dass Flüssigkeiten schon bei sehr gelindem Druck, vom Subduralraum sowohl als von den Subarachnoidalräumen aus, durch die arachnoidalen Zotten in die venösen Räume übergehen, liegt es gewiss sehr nahe, auf eine normale physiologische Function dieser Zotten zu schliessen. Welche ist wohl nun diese Function? Gewiss eine Verbindung der serösen Räume, d. h. der Cerebrospinalflüssigkeit des Gehirns mit dem Blutsystem. Dabei können aber zwei Annahmen berechtigt sein. Entweder

geht der Flüssigkeitstrom von den serösen Räumen nach den venösen oder in entgegengesetzter Richtung von den venösen nach den serösen. Ja, man kann sich sogar eine Wechselung beider dieser Stromesrichtungen je nach einem wechselnden Druck sowie wechselnden endosmotischen Verhältnissen in den beiden Systemen denken. Diese beiden, der Flüssigkeitsdruck und die Endosmose, müssen nämlich die Factoren sein, welche den Uebergang der Flüssigkeiten aus dem einen in das andere System bedingen. Wir werden sie deswegen hier zuerst jede für sich ins Auge fassen.

Da bekanntlich der Druck in den Venen vielen Wechselungen unterliegt und besonders im Schädel eigenthümliche Verhältnisse obwalten, kann man nicht mit irgend welcher Sicherheit diesen Druck a priori bestimmen. Dass derselbe im Ganzen genommen niedrig ist, geht schon aus bekannten physiologischen Gesetzen betreffs des Blutdrucks im Venensystem hervor. Um indessen eine nähere Kenntniss darüber zu erhalten, haben wir versucht, ihn direct zu messen. Durch gütige Hülfe des Prof. Christian Lovén haben wir also eine kleine Reihe solcher Messungen im Sinus longitudinalis an lebenden Thieren (Hunden) gemacht. Zwar konnten diese Versuche, welche immer etwas schwer auszuführen sind, nicht ganz ohne vorhergehenden Blutverlust ausgeführt werden. Die Zahlen geben indessen den ungefähren Werth des Druckes. Die Operation wurde in der Weise gemacht, dass der Hund — nur grosse Exemplare sind dazu irgendwie mit Vortheil verwendbar — auf dem Bauch liegend gebunden und ätherisirt wurde; ein longitudinaler hinreichender Schnitt trennte die Weichtheile in der Mittellinie des Schädeldachs bis zum Knochen. Ziemlich weit nach hinten (um den breiteren Theil des Sinus zu treffen) wurde dann ein möglichst kleines Loch mit Meissel vorsichtig im knöchernen Schädel gemacht. Hierbei entstand oft eine ziemlich bedeutende Blutung aus dem Diploe, welche durch aufgelegten Schnee gestillt wurde. Wenn der Sinus in einer Ausbreitung von einigen Quadratmillimetern blossgelegt war, wurde vorsichtig ein kleiner Einschnitt in dem duralen Dach des Sinus gemacht. Immer stieg das Blut in einem kleinen pulsirenden Strahle aus der Wunde. Schon hierdurch ist der positive Werth des Blutdruckes in dem Sinus longitudinalis dargelegt. Sogleich nach Ausschneiden der Durawand wurde eine feine gläserne Canüle in die Schnittöffnung des Sinus eingeführt. Diese Canüle, welche mit Sodalösung (concentrirte, mit gleicher Qvantität Wasser versetzt) gefüllt war, stand mit einem Manometer in Verbindung. Am Anfang der Versuche wurde constant ein niedrigerer Druck angezeigt, ohne allen Zweifel wegen des eben eingetroffenen Blutverlustes. Allmählig stieg aber derselbe bis zu einem ziemlich gleichbleibenden Werth. Um eine Auffassung der gewonnenen Zahlen zu geben, theilen wir hier als Beispiel die aufgezeichnete Zahlenreihe eines derartigen Versuches mit. Die ersten Zahlen bezeichnen den Druckwerth (in Millimeter Quecksilber) am Anfang der Messung; die folgenden aber die immer allmählig steigende Druckhöhe. Die erste Reihe giebt die Höhe während der Inspiration, die zweite während der Exspiration.

Inspiration.	Exspiration.
5 Mm.	8 Mm.
5.5 »	9 »
6 »	9 »
7 »	9 »
8 »	10 »
8.5 »	11 »
9 »	10 »
9 »	10.5 »
10 »	12 »
12 »	14—16 »

Aus diesen Zahlen findet man leicht das stetige Zunehmen der Druckhöhe. Von 5—12 stieg sie bei der Inspiration; von 8—14 und zuletzt 16 bei der Exspiration; bei diesen Zahlen blieb dann der Druck stehen. Die ganze Wechselung bezog sich also auf 5—16. Auf Grund der eintretenden Coagulirung des Blutes in der Canüle konnte das Messen hier wie bei den übrigen Versuchen nicht lange, kaum eine halbe Stunde, fortgesetzt werden. Indessen scheint am richtigsten in den höheren Zahlen, d. h. nach Ausgleichung des nach dem Blutverlust erniedrigten Blutdruckes, der wahre Werth zu suchen zu sein. Bei den übrigen Versuchen wurden ähnliche Zahlenreihen erhalten. So z. B. ein Ansteigen von + 3.5 bis + 10.5; einmal nach starkem Blutverluste ein Steigen von 0 an bis auf + 7 u. s. w. Als Resultate dieser Untersuchungen können wir nun aufführen:

1) Dass ein positiver Druck in dem Sinus longitudinalis normalmässig vorhanden ist, welcher ungefähr 10—14 Mm. Quecksilber betragen mag.

2) Dass durch die Respiration eine Schwankung des Druckes in der Art entsteht, dass bei der Inspiration eine Senkung von 0.5—1—2—3—4 Mm. eintrifft.

3) Eine wenn auch geringe arterielle Pulsation war zugleich am Manometer deutlich wahrzunehmen.

Den Druckwerth der Cerebrospinalflüssigkeit haben wir auch an lebenden Hunden zu bestimmen versucht. An den ätherisirten Thieren wurde, wie bei unseren Injectionen, der Wirbelcanal eröffnet, die Dura blossgelegt und ein kleiner Schnitt in sie gemacht. Wie man schon seit Magendie weiss, fliesst die cerebrospinale Flüssigkeit in deutlichem Strahle bei Anstechung der Arachnoidea aus. Dies ergaben auch unsere Versuche. Schon hieraus geht hervor, dass der Druck in der Regel positiv ist.

Nach Anschneiden der Arachnoidea wurde auch hier eine feine gläserne Canüle, die in Verbindung mit einem Manometer stand, in den Subarachnoidalraum eingeführt. Die Druckwerthe unterschieden sich zwar ein wenig von einander. Wir theilen hier als Beispiel folgende Zahlenreihe eines gut gelungenen Versuches mit:

Bei der Inspiration.	Bei der Exspiration.
+ 12	+ 18
+ 12	+ 16
+ 14	+ 20
+ 16	+ 20

Wie wir hieraus sowie aus den übrigen Versuchen wohl schliessen dürfen, unterscheidet sich 1) der positive Druck der Cerebrospinalflüssigkeit nicht viel von demjenigen des Blutes im Sinus. Im Allgemeinen scheint es doch, als ob er ein wenig höher wäre als der Druck im Sinus, wie man ja schon bei Betrachtung der eigenthümlichen Verhältnisse der fraglichen venösen Sinus a priori annehmen könnte. Es muss aber hierbei hervorgehoben werden, dass die Versuche über die beiden Druckwerthe am besten bei denselben Thieren ausgeführt werden müssen, um einem sicheren Vergleich zwischen ihnen zu erhalten. Durch unsere Versuche bekommt man deswegen nur ungefähr die richtigen Werthe. 2) Ferner findet man eine Respirations-Schwankung angezeigt; der Druck ist nämlich etwas geringer bei der Inspiration als bei der Exspiration. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist der Druck in den Subarachnoidalräumen des Gehirns durch die offene Stromesverbindung ungefähr derselbe wie in den spinalen.

Wenn auch die aus diesen Versuchen erhaltenen Zahlen, wie oben hervorgehoben, nur approximativ die Druckhöhe des Blutes im Sinus longitudinalis und diejenige der Cerebrospinalflüssigkeit in den Subarachnoidalräumen angiebt, so geht aus ihnen indessen hervor, dass 1) in beiden Raumsystemen der Druck positiv ist, ferner dass 2) er in beiden ungefähr in gleicher Ausdehnung und auf dieselbe Weise nach den verschiedenen Phasen der Respiration wechselt; dass er aber 3) im Allgemeinen in den beiden Raumsystemen sehr wenig verschieden ist; er scheint aber im Sinus, wahrscheinlich der Regel nach, etwas niedriger als im System der Cerebrospinalflüssigkeit zu sein. Hieraus dürfte also hervorgehen, dass schon unter normalen Verhältnissen je nach der Verschiedenheit des Druckes in den beiden Raumsystemen ein wenn auch in der Regel schwächeres Ausfiltriren der Cerebrospinalflüssigkeit in die Sinus hinein durch die Pacchionischen Zotten stattfindet. Bei gesteigertem Druck der Cerebrospinalflüssigkeit (oder vermindertem des Sinusblutes) muss ein derartiges Ausfiltriren schneller und reichlicher vorsichgehen. Die ballonartig ausgespannte Form und die allgemeine Beschaffenheit der Zotten scheinen in der That für eine Ausströmung der Cerebrospinalflüssigkeit nach den Sinus hin sehr günstig zu sein.

Dann haben wir aber noch den zweiten Factor, die Endosmose, zu berücksichtigen. Hier treffen wir für ihr Zustandekommen sehr passende Verhältnisse: Auf der einen Seite eine Flüssigkeit von hohem spec. Gewicht, das verdickte Venenblut, auf der anderen eine Flüssigkeit von niedrigem spec. Gewicht, die Cerebrospinalflüssigkeit.

Wenn man Alles zusammennimmt, scheint man also berechtigt zu sein anzunehmen, dass unter normalen Verhältnissen während des Lebens ein Flüssigkeitstrom durch einfaches Ausfiltriren sowohl als durch Endosmose von den Subarachnoidalräumen (und dem Subduralraume) durch die Arachnoidalzotten nach den venösen Sinus des Gehirns vorhanden ist. Bei gesteigertem Druck der Cerebrospinalflüssigkeit muss, wie bei unseren Injectionsversuchen, das Ausfiltriren derselben noch schneller und reichlicher stattfinden.

Damit scheint uns die Wichtigkeit und die physiologische Bedeutung der Arachnoidalzotten hinreichend beleuchtet zu sein.

Die Scheiden und die Scheidenräume des Opticus und der Zusammenhang derselben mit den Hüllen und den serösen Räumen des Gehirns.

Historischer Rückblick.

Wie aus der obigen Historik hervorgeht, wussten schon ältere Verfasser, sogar schon Vesalius, dass der Nervus opticus von einer doppelten Scheide umgeben war, deren äussere fibröse Schicht von der Dura mater, deren innere von der Gefässhaut des Gehirns eine Fortsetzung sei, und die jede für sich in die Sclera und die Uvea des Auges übergehen sollten. Cotugno beschrieb einen um den Nervus opticus, durch eine Verlängerung der Dura gebildeten und an den Sehnerven durch zellulöse Fasern angehefteten Sinus, welcher Feuchtigkeit der Schädelhöhle enthält; diese Feuchtigkeit ist nach ihm an dem Ende des Sinus in der Nähe des Auges angesammelt. Bei Bichat und Cloquet findet man sogar die Angabe, dass auch die Arachnoidea den Nervenstamm eine Strecke weit als eine besondere Haut durch den Canalis opticus begleitet, um sich erst innerhalb der Orbita im Sinne der Bichat'schen Auffassung auf die fibröse Haut zurückzuschlagen. Magendie lässt die Cerebrospinalflüssigkeit die Sehnerven bei ihrem Eintritt in die Orbitæ verlassen. Später wurde, vorzüglich von Donders, eine grössere Aufmerksamkeit auf die Scheiden des Opticus gelenkt. Er beschreibt eine äussere dickere und eine innere dünnere, den Nerven zunächst umgebende Scheide; zwischen ihnen findet sich eine Lage lockeren Bindegewebes, das aus netzweise verbundenen Bündeln besteht. Die beiden Scheiden wurden von Leber etwas eingehender beschrieben; er fand, dass das zwischen ihnen liegende Balkennetz von kernführenden Scheiden umgeben ist.

Henle [1]) fasst die sog. äussere und innere Scheide des Opticus als äusseres und inneres Neurilem auf. Das äussere geht in die Sclera über, das innere begleitet die Nervenfasern bis in die Nähe der Chorioidea, mit welcher einige seiner Bündel zusammenhängen, während andere sich gegen die innere Fläche der Sclera umschlagen. Zwischen beiden, von elastischen Fasern reichlich durchzogenen Schichten des Neurilems befindet sich eine Lage lockeren netzförmigen Bindegewebes, dessen Bündel, zumal in der Nähe der inneren Schicht, regelmässig von elastischen Fasern spiralig umwickelt sind.

Dann wurden diese beiden Scheiden besonders von Schwalbe eingehender beschrieben. Er fand, dass der Raum zwischen ihnen (der subvaginale Raum, Schw.) mit dem Subduralraum des Gehirns in offenem Zusammenhang stand und davon injicirt werden konnte. Er fand auch, dass von demselben Subduralraum des Gehirns ein Raum an der Aussenseite der äusseren Opticusscheide (supravaginaler Raum Schw.) injicirt werden konnte, von wo aus die Injectionsmasse direct in die Tenonsche Kapsel (Tenonschen Raum Schw.) übergeht, um ferner von da ab durch die Sclera, um die Venæ vorticosæ herum, in den Perichorioidalraum sich zu begeben. Diesen letzteren Raum erklärte Schwalbe für einen Lymphraum, der auch, wie die übrigen genannten Räume, mit Endothelzellen ausgekleidet ist und eigentlich aus mehreren, durch concentrische Lamellen abgetheilte Spalten besteht. Von diesem Perichorioidalraum aus konnte Schwalbe auch rückwärts durch dieselben Bahnen den supravaginalen Raum injiciren. Schmidt erhielt durch Injection des subvaginalen Raums des Sehnerven vom Subduralraum des Gehirns aus Füllung eines Canalsystems in der Lamina cribrosa und von diesem centripetal streckenweise eine Injection zwischen den einzelnen

[1]) Handbuch der System. Anatomie. Bd 2. 1866.

Nervenbündeln des Opticus. Bei unseren Injectionen sowohl von den subarachnoidalen Räumen als vom Subduralraum der Centralorgane aus erhielten wir Füllung der Sehnervenscheide, aber in zwei besonderen Räumen; zwischen diesen beiden Räumen fanden wir eine dünne abgrenzende Haut, welche wir die Arachnoidalscheide des Opticus nannten und die eben eine directe Fortsetzung der Arachnoidea cerebri war, nach innen mit dem Opticus durch zahlreiche verzweigte Balken verbunden, nach aussen durch sparsame Balken mit der äusseren Scheide (der Duralscheide) vereinigt. Von den Subdural- und Subarachnoidalräumen aus erhielten wir bei Thieren auch Injection des Tenonschen Raumes und des Perichorioidalraums.

Nach Wolfring soll bei Injection im »subvaginalen Raum» (Schwalbes) des Opticus die Masse in die Substanz der Sclera eindringen und in derselben einen Gefässring um die Siebplatte füllen, von dem aus kleine Stämmchen stellenweise rückwärts in den Nerven ausgehen. Bei Einstich unter der »inneren Nervenscheide» gelang es ihm, ein Canalnetz um die Nervenbündel und noch ein damit anastomosirendes Netz in der Siebplatte zu injiciren. An der inneren Fläche der inneren Sehnervenscheide erhielt er ein ähnliches Netz, welches einerseits mit dem Netz um die Nervenbündel anastomosirt, andererseits in nach aussen von der Scheide sich öffnenden Stämmen sich sammelt. Michel fand durch seine Injectionen, dass der »subvaginale Raum» (Schwalbes) mit dem »supravaginalen Raume» durch spaltförmige, mit Endothel ausgekleidete Lücken in der Duralscheide des Opticus und mit dem Perichorioidalraum durch ähnliche Lücken in der Sclera in Communication stehen.

Betreffs der Dural- und der Arachnoidalscheide des Opticus sowie der Scheidenräume (Subdural- und Subarachnoidalräume) desselben schloss sich dann Schwalbe [1]) unserer Auffassung an. Durch Einstichsinjectionen zwischen der innersten Scheide, der Pialscheide Schw., und dem Opticusstamm hat er ein reichliches Spaltensystem um die Nervenbündel und in der Lamina cribrosa sowie auch Bahnen in der Retina zwischen den Bündeln der Opticusschicht und perivasculäre Räume injicirt. Dieses Lymphsystem communicirt nach Schwalbe mittelst zahlreicher Mündungen durch die Pialscheide hindurch mit dem Subarachnoidalraum und also auch mit dem Subduralraum des Opticus, indem ja diese beiden Räume ihm zufolge in offener Verbindung stehen. Beim Einstich im Opticus selbst drang die Flüssigkeit ins Innere der Bündel und bildete Netze um die einzelnen Nervenfasern.

Waldeyer [2]) fasst endlich die Verhältnisse in folgender Weise auf: »An der Scheide des N. Opticus kann man von aussen nach innen zählend drei, bez. vier Lagen unterscheiden: 1) die äussere derbe Scheide, 2) den intervaginalen Lymphraum mit seinem eigenthümlichen Balkennetze (subvaginaler Raum Schwalbe), 3) die innere Opticusscheide, welche aber wieder in 2 verschiedene Schichten sich zerlegen lässt, und zwar in eine dem Lymphraume zunächst gelegene Schicht, in der, wenigstens in der Nähe der Sclera, vorwiegend cirkuläre Fasern vorkommen, und in eine innerste, unmittelbar den Opticusfasern aufliegende Scheide, welche feine längsverlaufende Fasern enthält; diese Lage stellt das eigentliche Neurilem des N. opticus dar». »Die äussere Opticusscheide geht nun direct in die äussere Lage der Sclera über. Unmittelbar vor dem Umbiegen in die Sclera lässt sie sich leicht in mehrere Blätter spalten, doch sind deren nicht so regelmässig vier, wie Michel angegeben hat, sondern man erhält mitunter 3 oder 5 Blätter. — Die innere Scheide geht in derselben Weise continuirlich in die innere derbe Scleralschicht über, und zwar besonders mit ihrer circulärfasrigen Lage, die somit ihre Faserrichtung allmählig in die meridionale ändert. Die innerste Lage, die Neurilemschicht, geht zum Theil in die innere Scleralllage über, zum grössten Theile aber bilden deren Fasern die Bündel der Lamina cribrosa.» »Der intervaginale Lymphraum erstreckt sich bei verschiedenen Individuen verschieden weit nach vorn, gewöhnlich so weit, dass er noch auf eine kurze Strecke als enge Spalte sich zwischen beide Scleralllagen, die innere und die äussere, einschiebt; mitunter setzt er sich aber auch ziemlich weit in das eigentliche Scleralgebiet fort. Die eigenthümlichen Balken, welche denselben durchziehen, schliessen sich ohne bestimmte Wahl beiden Scleralblättern an und verlieren sich allmählig zwischen den Faserzügen der letzteren. Die Endothelscheiden dieser Balken, welche sich an Hematoxylinpräparaten sehr schön darstellen lassen, sind keineswegs überall ganz continuirlich, wie von einigen Seiten, namentlich von Schwalbe, behauptet worden ist.» »Die neuesten Untersuchungen», äussert Waldeyer dann, »von Axel Key und G. Retzius, ferner von H. Schmidt, Michel und Wolfring haben uns noch einen dritten Lymphraum innerhalb der Opticusscheide, neben dem supra- und subvaginalen Raume kennen gelehrt, den ich als perineuralen Lymphraum bezeichnen will. Derselbe liegt zwischen dem inneren Blatte der Vagina nervi optici und dem Nervus opticus selbst.» [3]) Er berichtet dann über unsere An-

[1]) S. o. S. 55.
[2]) Handbuch d. gesammt. Augenheilkunde, red. v. Alfred Græfe und Th. Sæmisch. Leipzig 1874.
[3]) Sofern Waldeyer sich in dieser Hinsicht auf unsere Untersuchungen stützt, scheint er uns nicht richtig verstanden zu haben.

gaben, sowie Wolfring's, Schmidt's und Michel's betreffs der Communicationen der Scheidenräume des Opticus und äussert zuletzt betreffs dieses Gegenstandes: »Eigene Erfahrungen über diesen Lymphraum besitze ich nicht.»

Histologische Beschreibung.

Die folgende Beschreibung betrifft die Verhältnisse beim Menschen; nur wenn es besonders angegeben wird, sind auch diejenigen bei Thieren berücksichtigt worden.

Der Sehnerv, dessen eigentlichen Bau und innere Lymphbahnen wir in einem besonderen Capitel abhandeln werden, besitzt nach seinem Eintritt in den Canalis opticus und in der Orbita bis zum Bulbus drei deutliche, verschiedene Scheiden, eine Dura, eine Arachnoidea und eine Pia, welche directe Fortsetzungen der betreffenden Hirnhäute sind. Diese drei Scheiden werden deswegen am zweckmässigsten die Duralscheide, die Arachnoidalscheide und die Pialscheide des Opticus genannt. Die erste oder die Duralscheide besteht aus ganz demselben Gewebe wie die Dura cerebri, d. h. aus dichtem, fibrösem Bindegewebe. Die Bündel desselben sind in folgender Weise angeordnet: Sie bilden im Allgemeinen concentrische Schichten um die Längsaxe des Opticus, welche mit einander verwebt sind, aber ohne Schwierigkeit streckenweise von einander getrennt werden können. Die Bündel dieser Schichten sind theils von cirkulärem, theils von longitudinellem Verlauf. In den inneren Schichten überwiegen gewöhnlich die circulären; longitudinelle Bündel schieben sich indessen in mehr oder weniger zahlreicher Menge zwischen sie hinein. In den äusseren Schichten sind dagegen die Bündel überwiegend longitudinel verlaufend, aber hie und da mit nicht wenigen cirkulären vermischt. Die inneren Schichten sind dicht verwebt. Nach aussen zu lockert sich das Gewebe allmählig etwas auf; zwischen den Bündeln treten hier einzelne Fettkugelhäufchen auf. Zwischen den Schichten der Duralscheide, besonders in der dem Bulbus näheren Hälfte, sieht man an einem verticalen Längs- oder Querschnitt eine Reihe von spaltenförmigen Räumen entstehen (Taf. XXXII Fig. 1 *D*). Diese Spaltenräume sind aber nicht 3—4, wie Michel angiebt, und beschränken sich auch nicht auf 3—5, wie Waldeyer sagt, sondern sie können zwischen den Lamellen der Scheide in verschiedener, oft bedeutender Anzahl wahrgenommen werden. Durch Stichinjection kann man die verschiedenen Schichten von einander trennen, aber nicht ohne alle Gewalt; bei dieser Stichinjection schiessen auch stift- oder röhrenförmige oder verzweigte Figuren hie und da in dem Gewebe der Scheide zwischen den Bündeln hervor, etwa in derselben Weise wie oben von der Dura des Gehirns berichtet wurde und wie auch in der Sclera der Fall ist. An Verticalschnitten der Duralscheide (Taf. XXXII Fig. 1 *D*) sieht man die längs- und quergeschnittenen Bündel der verschiedenen Schichten mit einander alterniren und zwischen denselben liegen Zellen, die sich bei dieser Ansicht meistens spindelförmig zeigen, mit dem Kern in der Mitte des protoplasmatisch-körnigen Spindels; sie lassen sich nach Anilinfärbung oft ziemlich weit als feine rothe Linien zwischen den Bündelschichten verfolgen. Auch sieht man zwischen den Schichten Querschnitte elastischer Fasern. An Flächenschnitten der Duralscheide sieht man die Zellen mit ihren ovalen Kernen auf den Fibrillenschichten liegen. Die Kerne liegen oft quer über den Fibrillen. So auch das körnige Protoplasma der Zellen, welches bald scharf begrenzt ist, bald allmählig sich nach aussen auf der Oberfläche der Schicht verliert. Zwischen diesen Zellen findet man oft die Fibrillenschichten von einem äusserst dünnen Anflug überhüllt, der wie ein Häutchen erscheint; in diesem Häutchen liegen einzelne glänzende Körner zerstreut. In innigstem Zusammenhang mit diesem Häutchen laufen zahlreiche, elastische Fasern, welche in verschiedenen Richtungen einander kreuzen. Hie und da sieht man die Zellen mit ihren Protoplasmaausläufern sich einer elastischen Faser anlehnen, gleichsam längs ihr kriechend. Oft findet man auch die Zellen zwischen Fibrillenbündeln eingesenkt, ihre Richtung einhaltend; es scheint, als ob von vielen der Zellen letzterer Art keine feine Häutchen ausgehen. An gut gelungenen Zerzupfungspräparaten findet man indessen, dass die meisten Zellen platte Endothelzellen darstellen, welche in verschiedener Ausdehnung mit dünnen Häutchenausbreitungen versehen sind; das körnige Protoplasma ist gewöhnlich in einem abgeplattet spindelförmigen, nicht selten etwas verzweigten Haufen um den

Kern angesammelt. Oft sieht man aber, wie erwähnt, kein dünnes Häutchen von der körnigen Zelle ausgehen; in manchen solchen Fällen kann aber das Häutchen durch die Präparation abgerissen sein. Viele der isolirten Zellen ähneln den verschiedenen aus der Dura mater des Gehirns beschriebenen Formen der isolirten Zellen (s. oben). Offenbar liegt hier auch in der That dieselbe Art von Bindegewebszellen vor. An den Stellen, wo die Fibrillenbündel inniger mit einander verwebt sind, wie z. B. in den inneren Schichten der Scheide, sind, wie in der Dura mater, die Zellen mehr verzweigt; sie besitzen protoplasmatische sowohl als dünne elastisch-häutige Flügelausläufer, welche zwischen die einzelnen umgebenden Bündel einschiessen. An den Stellen hingegen, wo die Bündel mehr flächenhaft verbreitete Lamellen bilden und weniger mit einander verwebt sind, findet man auch die Zellen flächenhaft verbreitet und sogar deutliche Häutchenausbreitungen mit einander eingehend. Diese Häutchen können aber wie in der Dura cerebri mehr oder weniger durchbrochen sein und sogar nur aus einem Zellennetze bestehen (s. oben bei der Histologie der Dura mater). Auch hier finden sich zwischen den Schichten elastische Fasernetze. Die innere Fläche der Duralscheide ist mit einem dünnen elastischen Häutchen bekleidet, welches ganz demjenigen der Dura des Gehirns und Rückenmarks entspricht; es enthält elastische Fasern und ist mit den gewöhnlichen, von feinen Körnern umgebenen Kernen bedeckt; die Grenzen der endothelialen Zellen durch Silberfärbung darzulegen gelang uns doch nicht. Hie und da sieht man an der inneren Fläche der Duralscheide kleine, flache Grübchen, an welche sich das elastische Häutchen innig anschmiegt. Diese Grübchen entstehen dadurch, dass einzelne Fibrillenbündel sich zu Balken anordnen, welche sich verzweigend der Fläche nach kriechen, um hie und da freie Balken abzugeben, die zu der nach innen davon liegenden Haut, der Arachnoidalscheide, streben. Diese Balken (Taf. XXXII Fig. 1, 2; Taf. XXXV Fig. 2) sind ziemlich kurz, aber verhältnissmässig stark, verzweigen sich während ihres Verlaufes fast nie, bestehen aus fibrillärem Bindegewebe, an welchem oft elastische Fasern longitudinel gehen, und sind auswendig von einer leicht ablösbaren Endothelscheide, einer Fortsetzung des Endothels der Innenfläche der Duralscheide, umhüllt, innerhalb welcher häufig umspinnende elastische Fasern liegen, die besonders nach Essigsäurezusatz deutlich hervortreten. Diese Balken, welche nicht eben zahlreich vorhanden sind, inseriren sich nun an die Arachnoidalscheide. Die Dura optici geht in bekannter Weise in die Sclera des Auges über, indem ihre lamellären Schichten sich in dieselbe umbiegen. Eben an der Umbiegungsstelle tritt indessen eine Anzahl Bündel auf, die circulär um den Opticuseintritt gehen; diese Bündel sind von verschiedener Mächtigkeit, oft ganz grob, haben einen rundlichen oder ovalen Durchschnitt und sind besonders in den äusseren Theilen stärker ausgeprägt (Taf. XXXII Fig. 1).

Die Arachnoidalscheide stellt eine unmittelbare Fortsetzung der Arachnoidea dar. Vor dem Eintritt in den Canalis opticus liegt sie den eben aus dem Chiasma hervorgetretenen Sehnerven sehr lose an und kann von ihm ziemlich weit gehoben werden. Im Canalis opticus ist sie besonders an der oberen und äusseren Seite mit der Duralscheide und der Pialscheide durch zahlreichere überspringende Balken inniger verwachsen. Die ganze Arachnoidalscheide ist eine dünne Haut, ganz von demselben Bau wie die Arachnoidea der Centralorgane, d. h. sie besteht aus einem Netzwerk von Bindegewebsbündeln, welche sich in den verschiedensten Richtungen kreuzen (Taf. XXXII Fig. 3) zierliche Maschen bildend; die äussere und innere Fläche dieser Haut sind mit Endothelzellenschichten überkleidet. Nie sahen wir beim Menschen diese Haut naturgemäss durchbrochen; wenn Löcher darin vorhanden waren, schienen sie immer artificiell entstanden zu sein. Sie liegt gewöhnlich der Duralscheide ziemlich innig an — nur durch einen spaltförmigen, unten zu besprechenden Raum, die wirkliche Fortsetzung des cerebralen Subduralraums, von ihr getrennt — und ist an ihr eben durch die kurzen Balken gebunden; wenn man sie frei abzulösen versucht, berstet sie oft hie und da durch Sprengung an den Balkenwurzeln. Die Arachnoidalscheide umgiebt als eine vollständige Röhre überall den Opticus. Am Bulbus angelangt befestigt sie sich in dem inneren Winkel der Scheidenräume, wo die Duralscheide in die Sclera übergeht und diese in die Lamina cribrosa ihr Bündelnetz einsenkt sowie auch zur Pialscheide Bündel abgiebt. An ihrer Innenfläche (Taf. XXXII Fig. 2 *A*, 3) treten dieselben zierlichen Bildungen hervor, welche wir oben bei der Arachnoidea spinalis beschrieben haben; es sind dies die vielfach verzweigten Balkenwurzeln. Es sammeln sich nämlich hie und da einzelne Bündelgruppen zu mächtigeren Stämmen, bilden rundliche Maschen und lösen sich endlich, nachdem sie wie Baumwurzeln der Fläche nach eine Strecke weit gekrochen haben, von der Haut ab, um sich nach innen, dem Sehnerven, d. h. der Pialscheide zu, zu begeben. Bald nach ihrem Ablösen von der Arachnoidalscheide zerfallen sie indessen wieder in zahlreiche Zweige, die sich netzförmig mit einander verbinden und ein wirkliches Balkennetz, ein dem subarachnoidalen Gewebe des Gehirns und Rückenmarks ganz entsprechendes subarachnoidales Gewebe bildend. Dies Balkennetz wird aber nicht nur von den aus der Arachnoidalscheide sich ablösenden Bündeln gebildet; auch die von der Duralscheide zur Arachnoidalscheide überspringenden Balken

tragen zu demselben und dies sogar in grösstem Maasstabe bei, indem sie die letztere Scheide durchbohren, sich dann in immer feinere Zweige theilen, welche netzförmig sich verbinden und gegen die Pialscheide ein sehr reichliches Netz bilden, das sich dieser Scheide anlegt und in ihr Gewebe allmählig übergeht (Taf. XXXII Fig. 1 *A*). Hie und da senken sich auch dickere Balken in die Pialscheide hinein. Dies ist besonders in der Nähe des Bulbus gewöhnlich. In dieser Gegend ist das Balkennetz im Allgemeinen am reichlichsten, so dass der Winkel, welchen der Subarachnoidalraum hier bildet, von mehr oder weniger starken Balken dicht durchflochten ist. Alle diese subarachnoidalen Balken des Opticus sind wie diejenigen des Rückenmarks und Gehirns von endothelialen Zellenscheiden bekleidet. Diese Scheiden (Taf. XXXII Fig. 1, 3—5) sind hier oft weit abstehend und man erhält hier sehr schöne Bilder von dem Bau der freien Balken des Bindegewebes. Die Scheiden sind hier wie im subarachnoidalen Gewebe des Rückenmarks und Gehirns bei vorsichtiger Behandlung und an gutem, frisch erhaltenem Material, wie Schwalbe betont hat, immer vollständig, nie unterbrochen, was von mehreren Verfassern und neulich auch von Waldeyer angegeben wurde. Bei altem Material und unvorsichtiger Präparation werden aber hier wie dort die Scheiden in Fetzen oder auch ganz abgerissen und erscheinen dann die Balken mehr oder weniger nackt. Ihre Kerne sind, obwohl oft etwas spärlich, von der gewöhnlichen Körnchenzone umgeben. Durch Essigsäure treten umspinnende elastische Fasern auch an diesen Balken häufig hervor. Ausserdem findet man hie und da Balken, die mit einer längsgehenden elastischen Faser versehen sind, welche dann nicht im Inneren des Bündels liegt sondern dicht unter der Zellenscheide; diese Fasern sind kürzer als das Bündel und haben deswegen einen gestreckten Verlauf, während das Bündel selbst dann spiralig läuft, gleichsam durch die elastische Faser zusammengeschnürt (Taf. XXXII Fig. 5). Der von diesem Balkennetz durchzogene Raum zwischen der Arachnoidalscheide und der Pialscheide, welcher eine unmittelbare Fortsetzung der subarachnoidalen Räume des Gehirns ist, haben wir den Subarachnoidalraum des Opticus genannt und werden über ihn weiter unten sprechen.

Die Pialscheide besteht aus einer nicht eben dicken Lage ziemlich festen Bindegewebes, welche den Sehnerven, ungefähr wie die entsprechende Haut am Rückenmark, eng umschliesst (Taf. XXXII Fig. 1 *P*). Ihre äusseren Schichten bestehen aus mehr circulär verlaufenden, in spitzen Winkeln einander mehr oder weniger kreuzenden Bündeln, welche zum grossen Theil aus subarachnoidalen Balken stammen, die sich eben in die Pialscheide einsenken und auflösen, ungefähr in derselben Weise, wie die subarachnoidalen Balken des Rückenmarks sich bei ihrem Uebergang an der Pia desselben verhalten. Die äussere Fläche der Pialscheide ist zwischen diesen oft zahlreichen Balkenverbindungen eben oder mit flacheren Grübchen versehen. Sie ist mit einem gewöhnlichen Endothelhäutchen überzogen, das mit den Scheiden der Balken zusammenhängt. Die meisten Bündel der Pialscheide laufen im Allgemeinen circulär oder etwas schief, einander in spitzen Winkeln kreuzend. In der Pialscheide gehen ziemlich viele Blutgefässe. An der inneren Fläche der Pialscheide bemerkt man aber ziemlich zahlreiche Züge längsgehender Bündel fibrillären Bindegewebes; diese Fläche ist mit einer endothelialen Zellenbekleidung überzogen. Von dieser Innenseite der Pialscheide geht in etwas verschiedenen Abständen eine Menge dickerer und dünnerer in der Längsrichtung des Opticus geplatteten und mehr weniger breiten Balken hinaus, welche sich zwischen den Opticusfaserbündeln einsenken.

Wir werden jetzt zu unseren Injectionsversuchen übergehen. Wenn wir, unserer oben angegebenen Methode gemäss, eine Injectionsflüssigkeit in den Subarachnoidalraum des Rückenmarks hineinfliessen liessen, füllte sich schon bei dem leisesten Druck durch Vermittelung der subarachnoidalen Räume des Gehirns constant ein Scheidenraum rings um den Nervus opticus bis zu dessen Eintritt in den Bulbus oculi, also der Subarachnoidalraum des Opticus (Taf. XXXIII Fig. 2). In der Nähe des letzteren wurde die Opticusscheide bauchig oder ampullär aufgetrieben. Bei näherer Untersuchung fanden wir dabei beim Menschen immer, d. h. wenn nicht durch Unvorsichtigkeit etwaige Berstungen der dünnen Membran entstanden waren, die Injectionsmasse in dem oben beschriebenen, zwischen der Arachnoidalscheide und der Pialscheide befindlichen, von reichlichen Balken durchzogenen Raum. Nie war die Flüssigkeit in den Subduralraum oder in den Opticus selbst, d. h. innerhalb seiner Pialscheide, eingedrungen; nie war sie ausserhalb der Duralscheide sowie nie in die Sclera und den Bulbus hineingetreten.

Wenn wir dagegen die Injection vom Subduralraum des Rückenmarks (oder Gehirns) her ausführten, erfüllte zwar die Masse constant auch einen Scheidenraum um den Opticus bis zum Bulbus; dieser Raum war aber nicht der bei den vorigen Versuchen erwähnte, sondern der zwischen der Arachnoidalscheide und der Duralscheide befindliche Subduralraum (Taf. XXXIII Fig. 1); auch bei dieser Injection trat die Masse bis zum Bulbus hervor; dabei wurde auch der äusserste Theil der Duralscheide in der Nähe des Bulbus bauchig aufgetrieben. Hierbei war fast immer die Injection des Subduralraums des Sehnerven rein, insofern sie nicht schon am Gehirn in die Subarachnoidalräume durch fehlerhafte Manipulation ausgedrungen war. In nur sehr vereinzelten Fällen war sie doch auch sonst in den Sub-

arachnoidalraum des Opticus getreten; da wir aber keine Löcher in der Arachnoidalscheide gefunden haben, dürfte dabei der Flüssigkeitsdruck vom Subduralraum aus zu stark gewesen sein, wodurch etwaige feine Berstungen der Arachnoidalscheide, und dies eben am Ansatz der Balken, entstanden sein möchten. Wir glauben deswegen mit Bestimmtheit annehmen zu können, dass beim Menschen in normalen Fällen die beiden Räume, am Opticus ganz wie am Rückenmark und Gehirn, nicht in offener Verbindung mit einander stehen, sondern auch hier durch die Arachnoidea abgetrennt sind. Durch die Duralscheide des Opticus war beim Menschen in unseren zahlreichen Injectionen von den Subdural- und Subarachnoidalräumen des Gehirns und Rückenmarks aus die Flüssigkeit nie ausgedrungen. Bei Hunden und Kaninchen fand sie sich in solchen Injectionen nicht selten auch ausserhalb der Duralscheide in dem von SCHWALBE sog. supravaginalen (epiduralen) Raum; auf welchen Wegen sie dahin gelangt war, konnten wir gewöhnlich nicht mit Sicherheit erörtern; es schien uns indessen oft, als ob sie schon beim Austritt des Opticus aus dem Knochencanal in den supravaginalen Raum eingetreten war. Von diesem Raum aus war sie oft in den Tenonschen Raum SCHWALBES eingetreten und hatte sich dort verschieden weit ausgebreitet; gewöhnlich umfasste sie nur eine Seite des Bulbus, war aber hier in der Regel bis zur Ansatzstelle der geraden Muskeln vorgedrungen. Bei Kaninchen war die Flüssigkeit, zuweilen durch die Sclera am Opticuseintritt zwischen den suprachorioidalen Lamellen angelangt. Beim Menschen kam in diesen Injectionen bei gelindem, constantem Drucke letzteres nie vor.

Wenn wir bei demselben Individuum — Menschen sowohl als Hunde — eine Doppelinjection mit verschieden gefärbten Flüssigkeiten von den Subdural- und Subarachnoidalräumen des Rückenmarks aus gleichzeitig ausführten, füllten sich von jedem Raume aus die entsprechenden Scheidenräume der beiden Optici, und zwischen den beiden Injectionsmassen, dieselben von einander trennend, befand sich die dünne Arachnoidalscheide. Nur sehr selten — wie es schien, durch Berstung in Folge zu starken Druckes — war eine Mischung der beiden Massen, und dann zwar im Subarachnoidalraume, entstanden.

Bei directen Injectionen in die beiden Scheidenräume, jede für sich — sei es, dass der Opticus in seiner natürlichen Lage in der Orbita sich befand oder zusammen mit dem Bulbus vorher ausgenommen und hinten mit einem Faden umwunden wurde — füllten sich dieselben wie bei den Injectionen von den entsprechenden Räumen der Centralorgane aus. Wenn dabei ein mässiger, constanter Druck angewandt wurde, erhielten wir beim Menschen keine andere Resultate als bei jenen Injectionen. Wenn bei der Injection die Handspritze gebraucht wurde, bekamen wir beim Menschen und bei mässigem Druck mit der Richardsonschen Flüssigkeit auch übereinstimmende Resultate. Wenn aber der Druck sehr stark erhöht wurde, sahen wir die Flüssigkeit vom Subduralraum des Opticus aus zuletzt durch das Gewebe der Duralscheide treten; bei näherer Untersuchung fanden wir, dass sie zwischen den Lamellen und Bündeln derselben sich mehr oder weniger ausgebreitet hatte. Wenn wir aber statt der Richardsonschen Flüssigkeit eine leichtflüssigere Masse, besonders die schöne Asphalt-Chloroformmasse von LUDWIG, anwandten, drang die Injection schon bei nicht allzustarkem Druck durch die Duralscheide nach aussen; dabei füllte sich ein reichliches Saftcanalsystem in derselben. Der letzteren Thatsache wegen wollen wir deswegen nicht verneinen, dass beim Menschen ein Abfluss nach aussen vom Subduralraum des Opticus aus vorhanden sei, obwohl der bei der Injection anzuwendende, nicht geringe Druck und besonders die negativen Resultate bei den Injectionen vom Subduralraum der Centralorgane aus nach unserer Ansicht keine ganz sichere Schlüsse in dieser Hinsicht erlauben.

Bei Thieren mit dünneren Duralscheiden, Hund, Schaf, Kaninchen, gelingt es nun viel leichter, die Flüssigkeit bei der Stichinjection im Subduralraum des Opticus durch diese Scheide ausfliessen zu lassen. Bald erhielten wir Füllung einzelner Bahnen in dem Gewebe derselben, die sich bisweilen trichterförmig nach dem Subduralraum hin öffneten, bald aber auch reichlichere Netze spaltenförmiger Gänge.

Nach innen zu drang bei unseren Injectionen, den directen sowohl als denen von den Centralorganen her, die Flüssigkeit vom Subarachnoidalraum des Opticus aus nie durch die Pialscheide ins Innere des Nerven hinein. Nie war sie hierbei in die Lamina cribrosa im Sinne SCHMIDTS eingetreten.

Der innere Bau und die Saftbahnen des Opticus.

Geschichtliches.

Da die Schilderung der Geschichte vom Bau des Sehnerven selbst nicht nothwendig in Zusammenhang mit der obigen Historik der Hüllen der Centralorgane gegeben werden musste, zogen wir es vor, dieselbe hier in ausführlicher Gestalt als Einleitung zu unseren eigenen Untersuchungen über diesen Bau in einem besonderen Capitel darzustellen.

Obwohl die Erkenntniss von der eigentlichen Structur des Sehnerven für die Ophthalmologie von grosser Bedeutung ist, wurde sie doch nur allmählig angebahnt. Erst in den letzten Jahren sind einige der wichtigeren hierauf bezüglichen Fragen näher erörtert worden.

Die erste Angabe über den feineren Bau des Sehnerven findet man bei Leeuwenhoek [1]). Er fand darin keinen centralen Sehcanal, wie früher angenommen wurde; er sah aber, dass derselbe aus einer fasrigen, gefässartigen Substanz besteht; diese Fasergefässe fand er mit langsam fortrückenden Kügelchen erfüllt. Ehrenberg [2]) erkannte, dass der Sehnerv (eigentlich die »drei weichen Sinnesnerven») von eben solchen, varikösen oder »gegliederten» Nervenfasern besteht, wie Gehirn und Rückenmark, indem er eine unmittelbare Fortsetzung der Marksubstanz des Gehirns ist; die Nervenfasern sollen bündelweise von Neurilemröhren (Sehnenfasern und Gefässnetz) umgeben sein.

Henle [3]) äusserte über den Sehnerven, dass dieser im Gegensatze zu den übrigen Nerven, an welchen Verflechtungen und Anastomosen aller Ordnungen sehr gewöhnlich sind, zu den wenigen Nerven gehört, in denen die secundären Bündel fast parallel neben einander liegen. In den structurlosen Röhren, welche wie in den übrigen Nerven die einzelnen Bündel des Sehnerven umgeben, finden sich die auch in jenen Nerven vorkommenden, in Essigsäure unlöslichen Fasern; bei diesem aber anastomosiren sie so vielfach unter einander, dass sie nur feine weiche Membranen, netzförmig durchbrochen, darstellen.

Nach Hassall [4]) bestehen die Nervi optici »aus mehreren Bündeln von Nervenröhrchen; dieselben sind sehr dünn und leicht verletzbar, und zwischen ihnen sind zarte kugelförmige Zellen eingestreut, in welchen beiden Punkten diese Nerven mit der weissen faserigen Substanz des Gehirns übereinstimmen».

Kölliker und H. Müller lieferten in ihrer Retina-Tafel der Icones physiologicæ von Ecker [5]) eine Abbildung von dem Eintritt des Opticus in das Auge. An derselben sieht man die dabei stattfindende, bedeutende, kegelförmige Verjüngung des Sehnerven, ferner das Hellerwerden der Nervenbündel etwas vor ihrem Durchtreten durch die Lamina cribrosa und die schalenförmige Ausschweifung in der Mitte der Papille. Die Lamina cribrosa beginnt nach den Verfassern bald hinter der vorderen Grenze der Chorioidea mit einer nach vorn schwach concaven Linie und erscheint am Längsschnitt, als ein den Nervenstamm von einer Seite zur anderen durchsetzendes Band, welches sich nach hinten eine Strecke in die Sclera hinein erstreckt.

---

[1]) Op. I—IV. 1674. (Nach Ehrenberg).

[2]) Beobachtungen einer auffallenden bisher unerkannten Structur des Seelenorgans. Berlin 1836.

[3]) Allgemeine Anatomie. 1841.

[4]) Hassalls mikroskopische Anatomie des menschlichen Körpers im gesunden und kranken Zustande. Aus dem Englischen übers v. O. Kohlschütter. Leipzig 1852.

[5]) Icones physiologicæ. Herausg. v. Al. Ecker. Dritte Lieferung. 1854.

Nach KÖLLIKER [1]) verhält sich der Opticus vom Chiasma an bis zum Auge wie ein gewöhnlicher Nerv, und bilden seine dunkelrandigen Fasern, »zwischen denen nach HASSALL auch Nervenzellen sich finden sollen, welche ich noch nicht gesehen habe, polygonale, von gewöhnlichem Neurilem umfasste Bündel». »Am Auge angelangt, verliert sich die Scheide des Sehnerven in der Sclerotica, welche eine von aussen nach innen sich verengernde trichterförmige Oeffnung zum Durchtritte des Nerven hat und ebenso endet auch das innere Neurilem in der Gegend der siebförmigen Lamelle, so dass die Nervenröhren des Opticus allein für sich ohne ihre bindegewebigen Hüllen in das Innere des Auges treten». Innerhalb des Canales der Sclerotica ist der Opticus noch weiss und mit dunkelrandigen Röhren versehen, vom Rande der Eintrittstellen an werden dagegen seine Elemente graulich durchscheinend.

Nach DONDERS [2]) werden die Nervenbündel des Sehnerven nur durch ziemlich feste, faserige Fortsetzungen der inneren Scheide von einander getrennt, so dass sich auch zwischen den secundären und tertiären Bündeln kein lockeres Bindegewebe vorfindet; die elastischen Elemente sind hier weniger entwickelt und scheinbar nichts anderes, als durch dünne Fortsätze mit einander zusammenhängende kleine längliche Kerne. Die innere Nervenscheide umhüllt den Stamm bis ganz in die Nähe der Chorioidea, mit der einige ihrer Fasern unzweifelhaft zusammenhängen, während sich die anderen unmittelbar unter der Chorioidea nach aussen zur Sclerotica umschlagen. »Von diesem inneren Theile der Sclerotica aus geht zugleich eine Anzahl elastischer Elemente, von denen sich die meisten hinlänglich deutlich als verästelte Zellen zu erkennen geben, zwischen die einzelnen Bündel des Sehnerven hindurch, und bildet die sogenannte Lamina cribrosa»; diese steht, beim Menschen wenigstens — bei vielen Thieren hängt eine pigmentreiche Lamina cribrosa ihrem grössten Theile nach mit der Chorioidea zusammen — nur mit einem äusserst kleinen Theile mit der Chorioidea im Zusammenhange. Noch weiter nach innen, ja zuweilen selbst bis in die Netzhaut hinein, bleiben die Bündel durch einen Fortsatz von dem interfasciculären Gewebe des Nerven geschieden. In demselben gewahrt man häufig eine grosse Menge freier Kerne, welche die einzelnen Bündel der Nervenfasern von einander trennen.

KLEBS [3]) theilt den Sehnerven in drei der Structur nach verschiedene Abschnitte. 1. Den der weissen Opticussubstanz, im dickeren extraocularen Theile, nach vorn ungefähr bis zur Höhe der Opticusscheiden reichend. 2. Die Schicht der Lamina cribrosa, wozu er den ganzen Abschnitt des Nerven von der Höhe der Scheiden bis zur inneren Fläche der Chorioidea rechnet. 3. Den intraocularen Abschnitt von der letztgenannten Grenze bis zum Uebergang in die eigentliche Retina; er stimmt in seinem Verhalten ganz mit der Nervenschicht an der Retina überein.

Unterhalb oder ausserhalb der Lamina cribrosa besteht nach KLEBS gewiss die Hälfte der Substanz aus Bindegewebe. In diesem ersten weissen Abschnitt liegen die einzelnen Nervenbündel regelmässig vertheilt in paralleler Anordnung. Sie anastomosiren sehr selten, und die Dicke der Zwischensubstanz kommt beinahe der der Bündel gleich. In der zweiten Schicht treten dagegen die einzelnen Nervenfaserzüge in vielfache Verbindung untereinander und zwar immer unter sehr spitzen Winkeln, die einzelnen Bündel convergiren, und demgemäss nimmt die Zwischensubstanz nach dem Auge hin ab. Endlich in dem dritten intraocularen Abschnitt liegen die Bündel dicht aneinander; dunklere Linien von nahezu parallelem Verlauf bestimmen noch eine deutliche Sonderung. Den Bau der einzelnen Nervenfasern fand KLEBS in den verschiedenen Schichten nicht verschieden. Das Isoliren der Elemente der weissen Substanz bot ihm doch so viele Schwierigkeiten, dass er kein ganz entschiedenes Urtheil abgeben wollte. Soviel konnte er indess »sicher behaupten, dass die Farbe der weissen Substanz wesentlich von der Beschaffenheit der Zwischensubstanz bedingt wird».

Die verschiedene Masse des Bindegewebes in den drei Schichten bedingt nach ihm die Unterschiede im Dickendurchmesser. Die Verbreiterung beginnt in der Gegend der inneren Chorioidal-Fläche und erreicht ihr Maximum (fast die doppelte Breite) erst im Anfange des Theils, der innerhalb der Scheiden liegt. In der weissen Substanz des Opticus bildet die Hauptmasse des Bindegewebes in derselben Richtung wie die Nervenfaser-Bündel verlaufende, derbe Züge, welche aus breiten, vielfach unter einander sich verbindenden Fasern zusammengesetzt sind. In grössern Abständen senden diese Fasermassen stärkere Zweige aus, welche unter rechtem Winkel abgehend sich auf die Nervenbündel legen. »Denkt man sich alles andere Gewebe entfernt, so besteht dieser Theil des Opticus aus einem starren Gerüst von in der Längsrichtung verlaufenden Säulen, die durch Querstücke vielfach mit einander verbunden sind. Die dazwischen bleibenden Lücken werden aber nicht von der Nervenmasse allein eingenommen, vielmehr

[1]) Mikroskopische Anatomie. Zweiter Band. Zweite Hälfte. 1854.

[2]) Archiv f. Ophthalmologie. Bd. I. Abtheil II. 1855.

[3]) Archiv f. pathol. Anat. u. Physiol. u. f. klin. Medicin. Bd 19. 1860.

schicken jene Pfeiler und Balken überall sehr feine Zweige aus, die sich fast augenblicklich in ein ausserordentlich feines Netzwerk auflösen, dessen Natur erst bei stärkerer Vergrösserung erkannt werden kann». Die Behauptung v. AMMONS, dass die Nervenfaserbündel von 'Säcken' eingeschlossen sind, fällt allso zusammen. Vielmehr sieht man oft auf der einen Seite des Nervenfaserbündels einen solchen derben Längsstrang, »während die andere Seite ein Netzwerk von Bindegewebsfasern zeigt, das etwas grössere Maschen und derbere Fasern hat, als dasjenige, welches den eigentlichen Nervenstrang durchsetzt. In diesen Partien findet man die vielen 'freien' Kerne liegen, von welchen DONDERS spricht; doch kommen sie, freilich in geringerer Anzahl, auch in dem feinen Netzwerk vor, welches die Nervenfaserbündel durchsetzt. Sie haben oft genau dieselbe Beschaffenheit, wie die Kerne der Körnerschichten der Netzhaut, sind vollkommen rund, haben eine scharfe Contour und ein etwas glänzendes Ansehen, neben einem fein körnigen Inhalt, der das Ganze gleichmässig erfüllt». Oft aber auch haben sie eine mehr längliche Gestalt, eine scharfe, dunkle Contour von einer gewissen, freilich noch unmessbaren Breite. Es ist nach KLEBS »sehr schwierig zu entscheiden, ob dies wirklich freie Kerne sind». »Man konnte schwanken zwischen zwei Auffassungen: entweder lagen die Kerne wirklich frei im Gewebe und dann im mikroskopischen Bilde ringförmig umkreist von einer scharfen dunkeln Linie, an welche von aussen her die feinen netzartigen Bälkchen des Bindegewebes sich ansetzen, und diese Deutung schien mir hier das meiste für sich zu haben; oder es treten die Bälkchen direct an die Kerne heran. Dies Verhalten stimmte mit dem der Körnerschicht der Netzhaut überein».

In ihrem Verlaufe nach dem Auge zu werden nach KLEBS die säulenartigen Bindegewebsbündel immer schmaler, indem sie seitliche Aeste in immer grösserer Zahl abgeben, die nunmehr mit dem Hauptstamm einen dem Auge zugekehrten spitzen Winkel bilden. »Indem nun so die querverlaufenden Fasern überwiegen und in der Höhe der doppelten Opticusscheide auch die Maschen des bindegewebigen Netzwerks immer weiter, die Fasern immer gröber werden, treten die einzelnen Nervenfasern viel deutlicher hervor. Die Nervenbündel haben hier wirklich eine Art Scheide, von welcher die querverlaufenden Fasern entspringen». Während die innere Scheide des Opticus aus senkrecht von der Sclerotica herabsteigenden Fasern sich zusammensetzt, so ist es auch in der Lamina cribrosa die Sclerotica, welche neben den Scheiden der einzelnen Nervenfascikel einen grossen Theil der Querfasern abgiebt. Die Chorioidea betheiligt sich daran so viel wie gar nicht. In dieser Schicht, der Lamina, scheinen die Kerne oder Zellen gänzlich zu fehlen. Nach innen von der Innenfläche der Chorioidea »treten die Querfasern des Bindegewebes sehr deutlich hervor, sie bilden hier feine, gerade, die sich um den vierten Theil eines Kreises biegenden Opticusfasern in radiärer Richtung durchsetzenden Linien, bereits genau von der Gestalt und Anordnung der radiären Fasern der Netzhaut. Sie anastomosiren vielfach mit einander, aber die Aestchen, welche unter rechten Winkeln sich verzweigen und ziemlich weite Maschen bilden, sind so fein, dass sie nur an den ganz dünnen Rändern der Präparate erkannt werden können». In der sog. Papillargegend trägt die innere Oberfläche der Retina normalmässig eine seichte Ausbuchtung.

Nach HENLE [1]) giebt das von ihm sog. innere Neurilem (die Pialscheide) allein die Scheidewände ab, welche den Stamm des Nerven in Bündel theilen. Die Nervenfasern des Opticus sind dunkelrandig. Sie sind in prismatische, seltener cylindrische Bündel abgetheilt, in deren schmalen Zwischenräumen Bindegewebsbündel von meist longitudinalem Verlauf und feine Gefässe hinziehen, dergleichen sich auch häufig, den Nervenfasern parallel, in der Axe der stärkeren Bündel finden. In dem dem Bulbus nächsten Theil werden die Gefässe zahlreicher; sie bilden um die Bündel ziemlich regelmässige Maschen und Ringe in den Interstitien der Bündel. Der Querschnitt der Gefässe zeigt sie zusammengesetzt aus einer inneren epithelialen Membran und einer äusseren, verhältnissmässig mächtigen, structurlosen Schichte. Auf dem Wege durch die Sclera werden Theilungen und Anastomosen der Nervenbündel häufiger; sie vervielfältigen sich dabei und verfeinern sich zugleich. Die Verjüngung beruht aber auf Verminderung nicht bloss der Zahl, sondern auch der Stärke der Primitivfasern. Diese ändern plötzlich ihren Character; sie brechen das Licht schwächer und verlieren demgemäss die dunklen Contouren, »ob bloss in Folge der Verringerung des Durchmessers oder des Verlustes einer besondern, fetthaltigen Scheide, ist noch streitig». Die weisse Farbe der Nervenfasern geht in eine durchscheinend graue über; die Grenze ist scharf und stellt auf dem Längsschnitt eine schwach vorwärts concave Linie dar. Die Verjüngung des Kalibers der Opticusfasern ist so bedeutend, dass trotz der Vermehrung des in den Zwischenräumen der Bündel gelegenen Gewebes der Nervenstamm sich innerhalb der Sclera kegelförmig zuspitzt. Der abgestumpfte Gipfel des Kegels liegt in der Oeffnung der Chorioidea. Das interstitielle Bindegewebe nimmt in dem die Sclera durchsetzenden Abschnitt des Opticus schon wegen der feinen Zer-

[1]) Handbuch der systemat. Anatomie. Bd 2. 1866.

spaltung der Bündel einen grösseren Raum ein. Aber in dem Masse, wie die Bündel feiner werden, nehmen die Zwischenräume auch absolut an Breite zu und werden eingenommen von zierlich netzförmig verflochtenen Bindegewebsbündeln, deren Maschen in einer auf die Axe der Nerven senkrechten Richtung verlängert sind. Ein Theil dieser Bündel schliesst Capillargefässe ein; häufig folgen ihnen Reihen von gestreckten Zellenkernen, und von der Chorioidea aus zieht sich sternförmiges Pigment längs der inneren Nervenscheide herab und zuweilen auch zwischen die Nervenbündel.

His [1]), welcher in Zusammenhang mit seinen Untersuchungen über die Lymphbahnen der nervösen Centralorgane die Lymphgefässe der Retina zu finden suchte, gelang es durch Injectionen der Blutgefässe dieser Bildung unter einem grössern Druck und dadurch hervorgebrachte Berstungen dieser Gefässe »ein äusserst elegantes Röhrensystem» zu füllen, welches zu dem System der Blutgefässe sich genau so verhielt, wie das der Hirnlymphgefässe zu den Hirnblutgefässen, d. h. es umgab allenthalben jenes in Form von Mantelröhren. An Silberpräparaten überzeugte er sich auch leicht vom Vorhandensein »eines äusseren Epithels» an den Blutgefässen. Dieses von demselben begrenzte perivasculäre Röhrensystem gelangt in den inneren Retinaschichten zur Eintrittsstelle des N. opticus und sendet in diesen ihre Sammelstämme. Die Abflusscanäle konnte er doch nicht mit Sicherheit finden. An der Lamina cribrosa müssen sie nach ihm sehr eng sein; »dagegen zeigt der äussere Theil des N. opticus wieder ein reiches Netz von Lymphgefässen, die indess hier nicht mehr perivasculär verlaufen, sondern mehr oder weniger unabhängig von den Blutgefässen; besonders reichlich sind sie in der innern Opticusscheide, in der sie auch leicht injicirt werden können. Für jetzt glaube ich diese im Opticus befindlichen Lymphkanäle als die Abzugswege der Retinalymphe ansehen zu müssen».

Nach Leber [2]) sind die Nervenbündel des Sehnerven, welche am Querschnitt eine unregelmässige, rundliche oder polygonale Gestalt zeigen, von einander getrennt durch ein Netz von Bindegewebsbalken, die theils longitudinal zwischen den Bündeln verlaufen, theils zahlreiche und schräge Anastomosen zwischen ersteren bilden. Die stärkeren Nervenbündel werden durch feinere Balken in dünnere secundäre getheilt. Das Netz der Bindegewebsbalken ist der Träger der den Sehnerven versorgenden Gefässe; diese gefässtragenden Balken bestehen aus lockigem Bindegewebe, das die im Inneren verlaufenden Gefässe umhüllt und eine kleine Anzahl stark in die Länge gezogener Kerne umschliesst. Die Balken isoliren sich ziemlich leicht von den Nervenbündeln und zeigen dann ziemlich glatte Ränder, woraus hervorgeht, dass sie nicht etwa direct ins Innere der Nervenbündel zahlreiche Fortsätze abgeben. »Trotzdem sind die Nervenbündel von einem zarten bindegewebigen Netzwerk durchzogen, das als die Neuroglia des Sehnerven anzusehen ist und jedenfalls zum grössten Theil aus den Ausläufern sternförmiger Zellen besteht, welche theils am Rande der Bündel, theils innerhalb derselben ihre Lage haben». An Längsschnitten sieht man nämlich »ein zartes Netz von meist quer gerichteten Maschen, das deutlich zusammenhängt mit sternförmigen Zellen, die theils im Innern der Bündel ihre Lage haben, theils aber und hauptsächlich am Rande der Bündel zwischen ihnen und den Bindegewebsbalken angelagert sind». Man erkennt an Carminpräparaten, »dass es sich nicht um freie Kerne, sondern um sternförmige Bindegewebskörperchen mit Ausläufern handelt; dieselben lassen sich aber auch durch Zerzupfen vollständig isolirt darstellen. Diese Zellen sind namentlich in der Nähe des Auges zwischen den Bündeln in deutliche Längsreihen angelagert, in denen sie dicht gedrängt neben einander liegen. An Querschnitten sieht man, dass nur die feineren zwischen den Balken verlaufenden Bälkchen Bindegewebszüge in's Innere derselben absenden, die in das eben beschriebene Netzwerk übergehen, während die Ränder der gröberen Balken, wie schon erwähnt, ganz glatt sind und nicht in directem Zusammenhang mit diesem Netzwerk stehen». »An der Lamina cribrosa, wo die längsverlaufenden Balken von einem sehr reichen Netz von feineren, quer verlaufenden Bindegewebszügen durchkreuzt und durchflochten werden, nehmen auch die Gefässe einen ganz entsprechenden Verlauf und zeigen sehr dichte, in der Querrichtung verlängerte Maschen». Betreffs der markhaltigen Nervenfasern des Opticus schien Leber die Existenz einer zarten isolirbaren Scheide nicht zweifelhaft.

Nach Wolfring [3]) erblickt man an Schnitten durch die Lamina cribrosa des menschlichen Opticus, die mit Carmin gefärbt sind, »an Stelle des die Nervenbündel durchflechtenden Bindegewebes eine ungemeine Zahl ganz in derselben Weise wie letzteres angeordneter und intensiv gefärbter lymphoider Körperchen. Dieselben finden sich aber nicht

[1]) Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel. Theil 4. 1866.

[2]) Archiv f. Ophthalmologie. Bd 14. 1868.

[3]) Archiv f. Ophthalmologie. Bd. 18. Abtheil. II. 1872.

nur in dem die ersteren Bündel scheidenartig umhüllenden Gewebe, sondern zahlreich auch innerhalb der Bündel selbst». Besonders zahlreich sind diese Gebilde bei Neugeborenen. »Ihre Menge ist eine so bedeutende, dass man im ersten Augenblicke geneigt sein könnte, ihre Anhäufung als die Folge eines entzündlichen Processes aufzufassen». Das Bindegewebe der Lamina cribrosa begleitet überall die Blutgefässe, »gewissermassen wie eine dieselben einhüllende breite Adventitia. Ueberall, wo nur das Bindegewebe von der Peripherie aus in die Siebplatte eindringt, sieht man in dessen Stränge eingeschlossene, injicirte Blutgefässe», wenn nämlich diese vorher injicirt wurden. An Längsschnitten stellt sich die Siebplatte dar als bestehend aus dichten, parallelen, bogenförmigen Bindegewebsbündeln, die mit ihrer Convexität gegen die Hinterfläche des Auges gewandt sind und von den Nervenfaserbündeln quer durchzogen werden. An dergleichen Schnitten von injicirten Präparaten entspricht die Richtung dieser Bindegewebsbündel der Richtung der injicirten Blutgefässe, ja die ersteren stellen sich dar wie einfache Verdickungen der Gefässwände. Wie oben angegeben wurde, erhielt Wolfring durch Einstich »unmittelbar unter die Oberfläche der inneren Nervenscheide» eine vollkommen gute Füllung der Räume um die Faserbündel im Inneren des Nerven, ferner desgleichen in der Siebplatte und zwischen den Nervenscheiden. Die Injectionsmasse bildet dann ein deutliches Netz bestimmt begrenzter Canäle um die Nervenbündel herum und anastomosirt mit einem anderen nur mehr dichten Netz in der Siebplatte selbst. Die Verbreitung dieser Netze von Lymphbahnen entspricht der des Bindegewebes und somit auch der der Blutgefässe. Die Lymphbahnen ziehen indessen dicht um die Nervenbündel herum. Auf Längsschnitten erscheinen die Lymphbahnen nicht etwa als diffus die Nervenbündel einhüllende Scheiden, sondern als gleichfalls mit einander communicirende, die Bündel umspinnende Netze. Ein gleiches, ziemlich regelmässiges Netz von Canälen existirt auch an der inneren Fläche der inneren Nervenscheide und communicirt einerseits mit den eben beschriebenen Räumen, andererseits sammelt es sich in grössere, nach aussen von der Scheide sich öffnende Stämme. »Um zu constatiren, dass diese Bahnen als wahre Lymphgefässe aufzufassen seien, wäre vor Allem der Nachweis eines dieselben auskleidenden Ueberzuges zu führen». Die Ausführung von Injectionen mit Höllensteinlösung behält er der Zukunft vor. Ihr Aussehen, Vertheilung und übrige Beschaffenheit geben doch die Ueberzeugung, dass sie wirkliche vorgebildete lymphatische Bahnen sind. »Was die oben erwähnten lymphoiden, den ganzen Sehnerven infiltrirenden Körperchen anbetrifft, so überzeugt man sich an Schnitten, an denen auch die Lymphbahnen injicirt sind, dass jene Körperchen zum Theil die lymphatischen Bahnen erfüllen, zum Theil indessen in dem Gewebe ausserhalb derselben sowie auch im Innern der Nervenbündel selbst sich in reichlicher Anzahl vorfinden». Er glaubt ferner, dass ein Connex zwischen den Lymphbahnen des Sehnerven und dem Perichorioidalraum durch den sog. Scheidenring Jägers in der Sclera sich nachweisen lasse. »Ein zweites innerhalb der inneren Scheide liegendes Netz von Lymphbahnen umgiebt unmittelbar von allen Seiten den Nerv und reicht bis zum Niveau der Netzhaut selbst; daselbst angelangt verschwimmt es an meinen Präparaten in ganz unbestimmter Weise; indessen glaube ich annehmen zu dürfen, dass es mit den von His beschriebenen perivasculären Lymphwegen in der Netzhaut selbst in unmittelbarem Zusammenhange steht».

Leber [1]) äussert später betreffs der von Wolfring angegebenen Lymphkörperchen, dass er zu bedenken geben möchte, ob die fraglichen »kernartigen Gebilde wirklich Lymphkörperchen und nicht vielmehr Kerne der in die Bindegewebsbalken eingeschlossenen, besonders aber der ihnen aufliegenden, im letzteren Falle platten Zellen sind, deren Vorkommen von mir geschildert wurde».

Schwalbe [2]) unterscheidet am Sehnervenstamm einen markhaltigen und marklosen Theil. Ersterer zerfällt in zwei Abschnitte, in den vorderen die Centralgefässe einschliessenden und den hinteren, solchen Gefässen mangelnden. Letzterer zerfällt auch in zwei Abschnitte, in (das von der Sclera und Chorioidea umrahmte Stück) die Lamina cribrosa und die Papilla optici. Im markhaltigen Theil unterscheidet er Nervenfaserbündel und bindegewebiges Stroma. Dieses nimmt seinen Ursprung von der inneren längsfaserigen Schicht der Pialscheide. Es ist ein derbes, straffes, fibrilläres Gewebe, dessen Fibrillen durch eine sehr resistente Kittsubstanz viel fester zusammengehalten werden, als die des gewöhnlichen Bindegewebes. An Isolationspräparaten erhält man einen Ueberblick seiner Anordnung. Es zeigt sich dann deutlich zusammengesetzt aus längsgehenden Bindegewebssäulen und zahlreichen gröberen und feinen, einfachen oder getheilten Querbalken, welche die längsgehenden Säulen unter einander verbinden. Die Querbalken, welche wie Reifen um die Nervenfaserbündel herum liegen, sind nicht drehrund, sondern mehr oder weniger breite Platten, deren Fläche der Oberfläche der Nervenbündel zugekehrt ist und die mit dreieckiger Verbreiterung

[1]) Archiv für Ophthalmologie. Bd 18. Abtheil. II. 1872.
[2]) Handbuch d. gesammt. Augenheilkunde. Redigirt v. Alfred Græfe und Th. Sæmisch. Leipzig 1874.

in die longitudinalen Säulen übergehen, indem ihre Faserung in der allermannigfachsten Weise in diese ausstrahlt. In den Balken liegen langgestreckte, spindelförmige Kerne. Zwischen den Querbalken bleiben runde oder ovale Löcher von verschiedenem Durchmesser frei, in deren Bereich also die Nervenbündel nur durch einen capillaren Raum, nicht durch Bindegewebe, von einander getrennt werden. Das Bindegewebsgerüst ist der Träger der Blutgefässe des Sehnerven. Diese dringen mit den feinsten Septen zwischen die secundären Nervenbündel hinein, nie aber in das Innere eines solchen. Ausser den genannten Elementen bemerkt man auf Querschnitten, die mittelst Carmin gefärbt sind, »noch zahlreiche elliptische, meist langgezogene Kerne, und zwar finden sich dieselben nicht bloss in der Umgebung der Gefässe und in deren Wandungen (Leber), sondern auch an gefässfreien Stellen, zwischen den Fibrillen und besonders an der den Nervenbündeln zugekehrten Oberfläche, der man nicht selten in regelmässigen Abständen spindelförmige Kerne aufgelagert findet». Bei Isoliren des Bindegewebsgerüstes »lösen sich leider die zelligen Elemente von der Oberfläche der Fibrillen; es war deshalb nicht möglich, fest zu stellen, ob die regelmässig auf der Oberfläche der Bindegewebsbalken vorkommenden spindelförmigen Kerne etwa einem umhüllenden Endothel angehören, zumal da auch die Silbermethode (Einstich-Injectionen von Argentum nitricum $^1/_4$—1 pc. in den Opticus) keine Resultate ergab. Doch gelingt es nicht schwer, kernhaltige Plättchen aus diesem Gewebe zu isoliren, deren Lage freilich schwer zu bestimmen ist». Im Inneren der beschriebenen »Bindegewebskörbe» verlaufen die Nervenfaserbündel, meist deutlich durch einen capillaren Raum von dem Bindegewebe geschieden. Sie theilen und verbinden sich wieder unter sehr spitzen Winkeln, in der Nähe des Augapfels häufiger. Die Nervenbündel enthalten feine und feinste markhaltige Nervenfasern und platte kernhaltige Zellen. Den Nervenfasern fehlt die Schwannsche Scheide. Sie sind durch eine eigenthümliche Substanz an einander gekittet, die mit der sog. Neuroglia oder Bindesubstanz der Centralorgane identisch ist; diese Substanz enthält »nie leimgebende Fibrillen, sondern besteht aus einer im frischen Zustande weichen homogenen Grundsubstanz, die überall die Nervenfasern verkittet, und aus Zellen, welche in derselben vertheilt liegen. Die Grundsubstanz bildet auf Querschnitten, entsprechend der Anordnung der Nervenfasern, ein sehr feines Netz mit runden Maschenräumen; jeder der letzteren wird durch einen Nervenfaserquerschnitt ausgefüllt; die Oberfläche eines jeden Bündels scheint überdies von einer dünnen Lage dieses Nervenkittes continuirlich überzogen zu sein. Dass derselbe im Leben sehr weich, nahezu flüssig ist, ergiebt sich aus den Resultaten von Einstich-Injectionen in den frischen Opticus. Die Injectionsmasse (Berlinerblau) dringt dann leicht ins Innere der Bündel und bildet daselbst (auf dem Querschnitt) höchst zierliche Netze, die dieselbe Form und Anordnung zeigen, wie das Neuroglia-Netz. Eine jede Nervenfaser liegt nun in einem blauen Ringe». So auch an der Oberfläche der Bündel. Nach Behandlung mit Alkohol gerinnt die Neuroglia und »stellt jetzt ein aus feinen Bälkchen zusammengesetztes Reticulum dar». Von den der Neuroglia angehörigen Zellenkernen finden sich die meisten an der Oberfläche der Nervenfaserbündel, eine geringere Zahl im Inneren derselben unregelmässig vertheilt. Die Kerne der Oberfläche sind meist in Reihen angeordnet, welche der Längsaxe des Bündels parallel verlaufen. Beim Zerzupfen lösen sich die Kerne leicht von der Oberfläche ab; »es stellt sich dann heraus, dass sie äusserst zarten homogenen Plättchen angehören, die nicht selten mit eingerissenen zerfetzten Rändern zur Beobachtung kommen. Diese Zellen liegen platt den Bündeln an und bilden eine vielfach unterbrochene Hülle derselben; sie gleichen in allen Eigenschaften den Zellen des Bindegewebes, den Endothelzellen, nur dass gerade hier eine Formverschiedenheit der Kerne besteht. Wenn ihre Ränder zerfetzt, eingerissen sind, können sie auch wohl den Eindruck sternförmiger Zellen machen und sind als solche vielfach aus den Centralorganen beschrieben, auch wohl als Spinnenzellen (Jastrowitz) bezeichnet. Besonders in den Fällen, wo in der Ebene der elastischen durchsichtigen Zellplatte vom Kerne aus rippenförmige sich verästelnde Verdickungen auslaufen, scheint man es mit sternförmigen Elementen zu thun zu haben, da die glashellen Plattenstücke zwischen den Rippen gar zu leicht übersehen werden. Nach Allem haben wir die Zellen der Kittsubstanz der Opticusfasern für eine Art Endothel zu halten, das um jedes Bündel eine unvollständige Scheide bildet und mit einzelnen Elementen in unregelmässigerer Weise das Innere der Bündel durchsetzt. Es wendet den capillaren Spalten zwischen Bindegewebe und Nervenbündel eine glatte Oberfläche zu. Ein regelmässiges Netz schwarzer Linien auf derselben mittelst Silbernitrat darzustellen, ist mir indessen nie gelungen». Ferner glaubt er die Uebereinstimmung dieser Zellen mit Endothelzellen entschieden betonen zu müssen. »Gegen Leber muss ich entschieden die Selbstständigkeit der Zellen der Grundsubstanz gegenüber behaupten». Nach der von Schwalbe angewandten Methode, »sowie nach Maceration in dünnen Chromsäurelösungen lassen sich die Zellplatten stets reinlich isoliren; vom Neuroglianetz ist dann nichts zu bemerken, da die Substanz in Lösung übergegangen ist; nur nach Behandlung mit coagulirenden Flüssigkeiten kommt das Netz zur Ansicht, das also nicht

mit der Zellsubstanz continuirlich sein kann, so dass es etwa, wie Leber will, von den Zellenausläufern gebildet würde».

An der Grenze der Lamina cribrosa verlieren die Opticusfasern ihre Markscheide. Die Neurogliakerne nehmen durchaus nicht an Zahl ab; vielmehr erscheinen sie enger an einander gerückt. Ihre Anordnung in Längsreihen ist besonders deutlich. Die Pialscheide geht hier unmittelbar in die Sclerotica über, und diese schickt nun ebenso Bindegewebsscheidewände ins Innere der Nerven zwischen die Nervenbündel; sie sind aber reichlicher und mächtiger, und es treten die longitudinalen Faserzüge bedeutend zurück. Beim Menschen ist eine Betheiligung der Chorioidea an der Bildung der Lamina cribrosa in den meisten Fällen nicht nachgewiesen. Nur selten sieht man hier pigmentirte Zellen zwischen den Nervenbündeln; dagegen finden sich in allen Fällen in der Ebene der Chorioidea, den Sehnerven quer durchsetzend, zartere Faserzüge als die der Lamina cribrosa angehörigen; dieselben stammen aber vom innersten Winkel der Sclera und von dem die Centralgefässe begleitenden Bindegewebe. In der Papilla optici gehen zwischen den Nervenbündeln von dem die Centralgefässe begleitenden Bindegewebe feine Faserzüge nach allen Seiten hinaus und bilden die Hauptmasse des Bindegewebes der Papille; nur wenige dünne Faserzüge gehen von dem innersten Winkel der Chorioidea aus. Sobald die Nervenfasern zur Ebene der Retina sich umgebogen haben, treten die Radialfasern auf. Die Bündel sind nur durch capillare Spalten getrennt, die theilweise von platten, der Oberfläche der Nervenfaserbündel anklebenden Zellen ausgekleidet sind. Diese platten Zellen entsprechen in allen Stücken denen des Sehnerven. Sie gleichen sehr isolirten Endothelzellen.

In Zusammenhang mit den oben beschriebenen Lymphräumen der Scheiden des Opticus steht nach Schwalbe ein Netz feiner Lymphspalten, welches den intraorbitalen Theil des Sehnerven in seiner ganzen Ausdehnung durchsetzt und durch einen Einstich unter der Pialscheide leicht zu injiciren ist. Es schiessen dann sofort einzelne längsverlaufende Streifen an, dann färbt sich nach und nach die benachbarte Partie intensiv, und endlich quillt die Injectionsmasse durch die Pialscheide hervor, dies am leichtesten dicht am Bulbus. »Nie gelingt deshalb eine Injection des Lymphspaltensystems des Sehnerven in seiner ganzen Ausdehnung, da ja die Masse stets einen leichten Abfluss durch die Pialscheide hindurch findet». Untersucht man einen in dieser Weise injicirten Opticus, »so findet man einmal in der Pialscheide und in den davon abtretenden den Sehnerven durchsetzenden Bindegewebszügen zahlreiche spaltförmige Räume injicirt, anderseits die Masse frei zwischen der Oberfläche der Nervenfaserbündel und den diesen benachbarten Bindegewebsbündeln, in capillaren, die Nervenfaserbündel umhüllenden Spalträumen. Letztere, deren sich ein grösserer an gehärteten Präparaten unter der Pialscheide nachweisen lässt, entsprechen wohl in ihrer ganzen Ausdehnung dem ganzen epicerebralen Raume von His». »Alle die genannten Räume communiciren unter einander; es scheint sich bald mehr das dem epicerebralen Raume entsprechende System, bald das in der Pialscheide und deren Fortsätzen gelegene Spaltennetz zu füllen». Innerhalb der Lamina cribrosa wird das Spaltensystem des Bindegewebes dichter und weiter; im übrigen verhalten sich die Lymphbahnen ganz so wie im extrabulbären Theil des Sehnerven. Von der Lamina hinaus sieht man ferner zahlreiche feine Streifen in radiärer Richtung eine Strecke weit von der Papilla optici ausstrahlen, eine zierliche Strahlenfigur darstellend, indem die Zwischenräume zwischen den Bündeln sich gefüllt haben. Nach Schwalbe lassen sich bei Einstich unter der Pialscheide »perivasculäre Canäle der Netzhaut regelmässig füllen, zugleich mit den Lymphgefässen des Sehnerven». »Endlich füllt sich fast immer eine mehr oder weniger grosse Strecke eines schalenförmigen capillaren Raumes zwischen Membrana limitans interna und Hyaloidea und sehr häufig dringt Masse zwischen Pigmentschicht und Stäbchenschicht der Netzhaut ein, eine partielle Ablösung derselben herbeiführend». Nie aber füllt sich ein Raum zwischen Limitans interna und Opticusfaserschicht. Die normalen Abflusswege für die Sehnerven-Lymphe verlaufen einmal zwischen den Bündeln selbst nach dem Gehirn zu, andererseits bestehen zahlreiche Communicationen mit dem subarachnoidalen Raume, »welche aber für gewöhnlich nur von innen nach aussen durchgängig sind».

Histologische Beschreibung.

Der Stamm des Opticus.

Unsere eigenen Untersuchungen über das Innere des Sehnerven beziehen sich sowohl auf den feineren Bau desselben als auf seine Saftbahnen. Wir werden indessen hier besonders die Fragen ausführlicher besprechen, welche uns in den Auffassungen anderer Forscher unrichtig dargestellt oder zweifelhaft erscheinen. Vor Allem haben wir die Verhältnisse beim Menschen verfolgt; bei Thieren aber nur, wenn uns eine Vergleichung von Wichtigkeit erschien. Unsere Schilderung betrifft deswegen den Menschen speciel.

Der extrabulbäre, oder richtiger, der von den Scheidenräumen (Subdural- und Subarachnoidalraum) umgebene oder markhaltige Theil des Opticus, der eigentliche Sehnervenstamm, welcher rings herum von der Pialscheide umfasst wird, besteht aus drei verschiedenen Bestandtheilen, den Nervenfasern selbst, den blutgefässführenden Bindegewebsbalken und den eigenthümlichen, die Saftspalten durchziehenden Zellen.

Die Nervenfasern ordnen sich, wie bekannt, nachdem sie das Chiasma verlassen, zu bestimmten Bündeln, welche den ganzen Opticus hindurch einander parallel verlaufen. Am Längsschnitt gesehen sind die Bündel ziemlich gleich breit, doch ist zuweilen die Breite der verschiedenen Bündel etwas verschieden. Hie und da sieht man sie, wenn man die Längsschnitte vom centralen Ende nach der Peripherie hin durchmustert, sich in zwei dünnere theilen und die beiden so entstandenen Bündel setzen sich dann parallel neben einander fort. An anderen Stellen findet man zwei Bündel zu einem verschmelzen. Am Querschnitt des Opticus sieht man nun die Bündel als die bekannten polygonalen, abgerundet eckigen Figuren sich zu dem ganzen Stamm ordnen. Sie sind indessen von sehr verschiedener Grösse und Gestalt; die grösseren zerfallen in mehrere kleinere sog. secundäre Bündel; so zum Theil auch die kleineren, nur die kleinsten erscheinen nicht weiter zerspaltet. Das die Bündel von einander trennende Gewebe werden wir bald unten beschreiben.

Die Nervenbündel sind alle aus einer grossen Menge feiner Nervenfasern zusammengesetzt, welche ganz denselben Character wie die weissen Fasern der Tractus optici und der Centralorgane überhaupt darbieten, d. h. sie bestehen aus sehr feinen Axencylindern, welche mit dünnen Myelinscheiden umgeben sind. Diese Myelinscheiden sind besonders leicht durch Ueberosmiumsäure darzustellen; man findet dann dass dieselben von verschiedenem Durchschnitt sind, dass dies aber am meisten auf ihrer varikösen Beschaffenheit beruht. Die Varikositäten sind indessen nicht bloss durch die Ansammlung des Myelins verursacht; am Querschnitt derselben sieht man im Gegentheil gewöhnlich einen hellen Raum, wie von einer angesammelten Flüssigkeit zwischen dem Axencylinder und der Myelinscheide gefüllt. Auch am Längsschnitt findet man an den Varikositäten einen hellen Raum zwischen der Myelinscheide und dem Axencylinder. Welche Tragweite diese Thatsache haben kann, mögen kommende Untersuchungen erläutern. Es scheint indessen als ob im Allgemeinen die Varikositäten grösstentheils auf der Präparation beruhen. Wie Schwalbe bemerkt, erhält man durch Silberimprägnation des frischen Sehnerven die Nervenfasern ohne solche Varikositäten. Zwischen den aus solchen Nervenfasern bestehenden Bündeln spannt sich nun ein reichliches Gerüst von steifen bindegewebigen Balken. Es sind dies die schon oben bei der Besprechung der Pialscheide beschriebenen. Da diese Balken innig mit der Pialscheide zusammenhängen und zum Theil ihr Gewebe direct aus derselben beziehen, kann man sie gewissermassen als eine Invasion vom Gewebe der Pialscheide auffassen. Am Längsschnitt (Taf. XXXII Fig. 1; Taf. XXXIV Fig. 3) findet man also zwischen den Nervenbündeln längsgehende, bindegewebige Säulen, welche quer oder schief über die einzelnen Bündel Verbindungszweige zu einander senden. Am Querschnitt scheint es als ob ein mehr zusammenhängendes, die Bündel umfassendes Scheidensystem diese von einander trennte. Durch vorsichtiges Schütteln der Längs- und Querschnitte mit Wasser kann man das Bindegewebsgerüst von den Nervenbündeln oft in grosser Ausdehnung isoliren und man erhält dadurch eine übersichtliche Auffassung seiner Natur und Anordnung. Man findet dann z. B. am Längsschnitt (Taf. XXXV Fig. 5), dass es aus dickeren und dünneren Bündeln besteht, welche in

der verschiedenartigsten Weise untereinander zusammenhängen. Die dickeren gehen der Axe des Sehnerven parallel und sind wie festere, ungefähr gleichmässig von einander abstehende Säulen so angeordnet, dass sie das ganze Gerüst stützen. Es sind dies die schon oben beim Längsschnitt erwähnten, zwischen den Opticusbündeln verlaufenden, dickeren Längsbündel; auch am isolirten Gerüst nimmt man die verflochtenen Räume zwischen diesen Längsbalken deutlich wahr, in welchen die Nervenbündel verlaufen. Die Anordnung derselben ist indessen an verschiedenen Stellen mehr oder weniger deutlich ausgedrückt. Zwischen den Längssäulen laufen nun zahlreiche, schmälere Verbindungsbalken quer oder schief hinüber, und dies in sehr verschiedener Weise und Anzahl, so dass die Lücken zwischen ihnen von sehr verschiedener Grösse und Form sind (Taf. XXXV Fig. 5). Die Balken sind meistens ziemlich abgeplattet, viele sogar ganz platt besonders an ihren Ansetzungen zu anderen Balken, wo sie dreiseitige Ausbreitungen zeigen. Sie sind eigentlich, wenn sie in situ liegen, steif, fest und gespannt; an Isolationspräparaten verlieren sie theilweise ihre Festigkeit und können dann etwas schlaffer erscheinen. Am Querschnitt erhält man an Isolationspräparaten ganz übereinstimmende Bilder. Ein solches Balkengerüst durchzieht nun den ganzen Sehnervenstamm und hält die Nervenbündel wie in einem Korbwerk aufgehängt. An Schnitten, längsgehenden sowohl als queren, welche auch die Pialscheide enthalten, sieht man überall quere oder schiefe Balken aus ihr entspringen, um in das übrige Gerüst überzugehen. Diese Verbindungsbalken der Pialscheide entstehen grösstentheils aus den an der Innenseite der Scheide befindlichen längsgehenden Fibrillenzügen. Am vorderen Theil des Sehnerven, welcher wie bekannt die Arteria und Vena centralis und das diese Gefässe begleitende längsgehende Bindegewebe enthält, steht das Balkengerüst in inniger Verbindung mit diesem Bindegewebe (Taf. XXXII Fig. 1), indem Balken von demselben ins Gerüst übergehen.

Betreffs der eigentlichen Structur dieses ganzen Balkengerüstes so findet man dasselbe überall aus festem fibrillärem Bindegewebe bestehend, dessen Fibrillen im Allgemeinen in der Längsrichtung der einzelnen Balken gehen, so dass in den Längssäulen ihre Richtung longitudinal, in den queren Verbindungszweigen dagegen quer ist, wobei die verschiedenen Balken ihre Fibrillen austauschen. Im Inneren aller dieser Balken und Balkenzweige verlaufen nun immer Blutgefässe, von denen die meisten capillar sind. Diese Gefässe liegen im Allgemeinen in der Mitte der bezüglichen Balken, eins in jedem; hie und da sieht man indessen in breiteren Balken zwei solche Gefässe, welche dann näher an den Rändern des Balkens gehen. Fast überall, wo die Balken selbst zusammenlaufen, anastomosiren auch die Blutgefässe derselben. Das Balkengerüst erscheint also als der Träger der Blutgefässe des Sehnerven oder wie man auch sagen kann, diese bilden ein vom fibrillären Bindegewebe umscheidetes Netz in seinem Inneren, zwischen den Nervenbündeln. In Uebereinstimmung mit ihrer capillaren Natur besitzen die Gefässe auch im Allgemeinen nur eine einzige Wandschicht, deren Kerne nach Färbung der Präparate schön hervortreten. In den fibrillären Balken sieht man auch hie und da einzelne, längliche Kerne zwischen den Fibrillen gelagert. Durch Zusatz von Essigsäure werden keine elastische Fasern sichtbar; die Balken schwellen dabei stark an und ihre Kerne werden deutlicher. Die Oberfläche der Balken ist an Präparaten, welche lange mit Wasser geschüttelt wurden, glatt und eben, die Ränder derselben sogar oft scharf. Man findet an diesen Präparaten kein bedeckendes Endothel. Wenn aber ein schwächeres Isoliren geschah, d. h. wenn die Präparate nur wenig geschüttelt sind, findet man die Balken von einem eigenthümlichen Gewebe umsponnen, dessen eigentliche Natur nicht eben leicht zu verstehen ist. Rings um die Balken, dieselben aber nur ziemlich lose umgebend, liegt ein schleierartiges körnig-faseriges Netz, in welchem mehr oder weniger zahlreiche Kerne eingebettet sind (Taf. XXXV Fig. 6). Es ist dies das dritte Gewebselement des Opticus, die eigenthümlichen, zelligen Elemente und die sog. »Neuroglia». Schon an den Isolationspräparaten kann man gute Nachrichten von seiner Natur erhalten. Es gelingt nämlich nicht eben selten freie Zellelemente dadurch zu isoliren. Man findet dieselben dann aus einem ovalen, schwach abgeplatteten Kern und ein diesen umgebendes, plattes Protoplasma bestehend, von welchem nun mehr oder weniger zahlreiche, feine und lange, sich bald verzweigende, faserige Ausläufer abgehen; an diesen Ausläufern, welche oft ein intricates Netz mit einander bilden, haftet eine mehr oder weniger reichliche Menge eines körnigen Protoplasma (Taf. XXXV Fig. 5, 6). Von diesem Gewebe sind also die Balken umsponnen; es haftet denselben an, bildet aber kein wirkliches zusammenhängendes Endothel auf denselben.

Das letztgenannte Gewebe, die zelligen Elemente des Sehnerven, studirt man indessen am besten an Schnitten, die durch neutralen Carmin gefärbt sind. Wenn der Sehnerv zuerst in Müller'scher Lösung und dann in Alkohol erhärtet ist, lassen sich sehr feine Schnitte davon machen. Wenn diese dann mit Carmin gefärbt und durch Glycerin aufgeklärt sind, sieht man schon bei schwacher Vergrösserung (Taf. XXXII Fig. 1) eine Unzahl von roth gefärbten

Kernen, welche zwischen den bindegewebigen Balken und den Nervenbündeln, sowie auch im Inneren der letzteren liegen. An Längsschnitten findet man diese Zellen in langen Reihen dicht angeordnet, und schon bei dieser Vergrösserung kann man wahrnehmen, dass sie in wirklichen Spalten zwischen den Balken und den Nervenbündeln ebenso wie in spaltenförmigen oder canalartigen Räumen im Inneren der Bündel sich finden. Schon jetzt sieht man auch hie und da quer über die Balkensäulen oder dort, wo diese durch Maschen unterbrochen sind, kleine, mit Kernen erfüllte Verbindungen der Kernreihen (Taf. XXXII Fig. 1). Dies Alles tritt nun bei stärkerer Vergrösserung (Hartn. Obj. 7 und noch mehr Immers. Obj. 9 und 10, Ocul. 3) deutlicher hervor. Man sieht nun überall zwischen den Nervenbündeln die erwähnten spaltenförmigen Räume (Taf. XXXIV Fig. 1, 2, 4—6). Diese Räume befinden sich überall an der Peripherie der Nervenbündel; wo hier Balken liegen, befinden sich die Räume zwischen den Nervenbündeln und den umgebenden Balken; wo dagegen keine Balken vorhanden sind, also in den Maschenräumen des Balkengewebes, liegen sie zwischen den aneinander grenzenden Nervenbündeln selbst und sind hier am weitesten. Ferner sieht man auch die im Inneren der Bündel selbst verlaufenden longitudinalen, canalförmigen Räume (Taf. XXXIV Fig. 1). In diesen Räumen findet man die Kerne wieder, aber jetzt nicht mehr als solche allein, sondern als wirkliche Zellen, d. h. die Kerne sind von einer mehr weniger abgeplatteten Protoplasmazone umgeben, von welcher eine grössere oder geringere Anzahl von feinen fadenartigen oder mehr häutchenförmig abgeplatteten Ausläufern oder Flügeln nach verschiedenen Richtungen ausgehen. Diese Zellen liegen theils den Wänden der Spaltenräume mehr dicht an, theils und dies ist das Gewöhnliche, haften sie an denselben nur mit einer Partie ihres Protoplasma, wie mit einem Fuss an und sind sonst im Lumen des Spaltenraums frei ausgespannt, im Allgemeinen doch der einen Wand näher. Sehr oft sieht man die Zellen also alternirend den entgegenstehenden Wänden des Raumes anliegen. Das Protoplasma der Zellen ist in verschiedenen Richtungen durch den Raum verzweigt und anastomosirt in mannigfacher Weise, kleinere, helle, blasenartig erscheinende, in den verschiedensten Richtungen verlaufende Lücken und Canäle zwischen den Verzweigungen zeigend. Es sind dies ganz dieselben Zellen, welche oben bei der Beschreibung des isolirten Bindegewebsgerüstes erwähnt wurden. Wenn man die Oberfläche eines Nervenbündels betrachtet, sieht man es also mit einem körnig-faserigen, verzweigten und anastomosirenden Ueberzug bekleidet, in dessen Knotenpunkten eine nicht unbedeutende Zahl von Kernen in verschiedener Tiefe vertheilt liegen; zwischen den Ausläufern sieht man dann in verschiedenem Niveau die erwähnten hellen Räume und Gänge (Taf. XXXIV Fig. 4—6). Es ist oft ziemlich schwer, ein solches Bild in seinen einzelnen Elementen, den Zellen, aufzulösen, weil dieselben ein zusammenhängendes protoplasmatisches Gewebe bilden. Bei näherer Durchmusterung gelingt es doch im Allgemeinen die einzelnen Zellenkörper zu unterscheiden, und an Stellen, wo sie mehr isolirt liegen, erkennt man ihre Gestalt ohne besondere Schwierigkeit (Taf. XXXIV Fig. 4, 6). Sie sind indessen ziemlich proteusartige Bildungen; bald schiesst das Protoplasma mehr von einer Seite der Zelle hinaus, ist mehr einseitig angesammelt, bald liegt es mehr rings um den Kern. Die Ausläufer sind von sehr wechselnder Anzahl und gehen in verschiedenen Richtungen ab; das Protoplasma derselben ist auch in wechselnder Menge vorhanden. Die Ausläufer bleiben indessen nicht nur an der Oberfläche der Nervenbündel und in den Spaltenräumen, sie dringen im Gegentheil allerwärts in die Nervenbündel selbst, d. h. zwischen den Nervenfasern, hinein. Schon bei mittelstarker Vergrösserung (Hartn. Obj. 7, Ocul. 3) nimmt man an den Nervenbündeln eine deutliche und dichte Querstreifung wahr, welche hie und da sich offenbar zu den Zellen referirt (Taf. XXXIV Fig. 1). Bei stärkerer Vergrösserung kann man auch oft diese feine Streifen als feine faden- oder häutchenartige Ausläufer der Zellen der Spaltenräume erkennen (Taf. XXXIV Fig. 6). Sie laufen im Allgemeinen nur quer oder etwas schief in die Nervenbündel hinein; an vielen Zellen sieht man auch, dass sie ihre Ausläufer überwiegend in querer Richtung absenden; die Kerne dieser Zellen liegen auch oft der Quere nach. Im Inneren der Bündel, zwischen den Nervenfasern, findet sich ein körniges Gewebe in wechselnder Menge; ob dies nur als ein die Zellenausläufer von den Spaltenräumen aus begleitendes Protoplasma, was gar möglich ist, oder zum Theil auch als ein besonderes »Neuroglia» aufzufassen ist, ist wohl nicht leicht endgültig zu entscheiden.

Wir haben bis jetzt nur von dem Verhalten der Zellen an Längsschnitten gesprochen. An Querschnitten bekommt man dieselbe Auffassung von ihrer Beschaffenheit und Anordnung. Nur in letzterer Beziehung erhält man noch einige weitere Aufschlüsse. Es bezieht sich dies auf die Spaltenräume im Inneren der Nervenbündel. Man findet nämlich (Taf. XXXIV Fig. 2), dass diese von einem im Allgemeinen ziemlich reichlichen System von Gängen durchzogen sind, welche am Längsschnitt nur als longitudinale Canäle erscheinen, die in die Räume an der Oberfläche münden, sich im Inneren der Bündel verzweigen und dieselben in verschiedenen Richtungen durchlaufen. Auch cylindrische, canalartige, longitudinale Gänge sind am Querschnitt hie und da zu sehen;

sie münden auch überall, nicht selten unter etwas schiefem Verlauf in die grösseren Spalten an der Oberfläche. Ueberall findet man diese Gänge und Spaltenräume mit den beschriebenen Zellen versehen; bald liegen sie den Wänden dicht an, diese platt oder halbmondförmig umfassend, bald schiessen sie freier ins Lumen der Spalten hinein. Die Weite dieser spalten- und canalartigen Räume ist an verschiedenen Stellen und Präparaten verschieden; bald ist sie ganz bedeutend, bald wieder enger; hie und da sieht man aber kein eigentliches Lumen an denselben, nur die einzelnen Zellen oder Zellenreihen bezeichnen ihren Verlauf und ihre Anordnung. Es scheint, als ob sie in verschiedenem Zustand von Füllung, sogar zusammengefallen und leer sein können. Am Querschnitt kann man an sehr dünnen Stellen sich auch von der Gegenwart der feinen Zellenausläufer im Inneren der Nervenbündel zwischen den Nervenfasern überzeugen. Sowohl an Längs- (Taf. XXXII Fig. 1; Taf. XXXIV Fig. 1) als an Querschnitten (Taf. XXXIV Fig. 2) nimmt man die schon oben angedeuteten Anastomosen der Spaltenräume wahr. Es sind dies mit den Zellen reichlich versehene kurze Canäle, welche quer oder schief über die längsgehenden Balkensäulen oder in ihren Maschenräumen verlaufen und die Spaltenräume benachbarter Nervenbündel mit einander verbinden. Diese Anastomosen sind bei näherer Durchmusterung ziemlich zahlreich vorhanden; besonders gegen die Lamina zu findet man sie in grosser Anzahl. Das soeben beschriebene, die eigenthümlichen Zellen enthaltende Spaltensystem durchzieht in dieser Gestalt den ganzen Sehnervenstamm, von seiner Oberfläche, d. h. von der Innenseite der Pialscheide, an, bis überall in seinem Inneren, vom Chiasma bis zur Lamina cribrosa. Wie es sich an diesen Stellen verhält, werden wir jetzt beschreiben. Die Bedeutung dieses Systems wird später, bei der Schilderung unserer Injectionsresultate, dargelegt werden.

In der Nähe des Chiasma werden die Balken des bindegewebigen Gerüstes spärlicher und dünner. Die Blutgefässe laufen nun von wenigerem fibrillären Gewebe umhüllt. Die Zellen umgeben das Gerüst in sparsamerer Anzahl, doch finden sich dieselben immer reichlich in längsgehenden Spaltenräumen in den Nervenbündeln selbst, ungefähr wie oben beschrieben wurde. Nachdem die beiden Optici sich ins Chiasma vereinigt haben und in den Tractus optici, ändert sich indessen noch mehr der Bau. Das eigentliche bindegewebige Balkengerüst verschwindet bald vollständig; es bleiben nur die Blutgefässe selbst zurück. Die Anordnung der Nervenfasern in grössere Bündel wird gleichzeitig immer mehr undeutlich ausgesprochen und hört zuletzt auf. Dagegen sieht man überall längsgehende, längere oder kürzere, spindelförmige Spaltenräume zwischen den Nervenfasern und dadurch werden diese, aber in unbestimmter Weise, zu Bündeln angeordnet. Diese Spaltenräume, welche von etwas verschiedener, im Allgemeinen aber nicht eben bedeutender Weite sind, enthalten immer eine Reihe von zelligen Elementen. Diese Zellen bestehen aus einem gewöhnlich kugelförmig-ovalen, seltener ovalen oder abgeplatteten Kern und einem denselben umgebenden körnigen Protoplasma; dies letztere ist in verschiedener Menge vorhanden; es umhüllt den Kern gewöhnlich allseitig und plattet sich nach den Seiten allmählig aus, um also abgeplattete, rundliche oder viereckige Scheiben zu bilden, von denen aus mehr oder weniger kleine zackenförmige, protoplasmatische Ausläufer ausschiessen. Diese Zellen sind nun in Längsreihen in den Spalten so angeordnet, dass sie der einen Wand derselben anliegen und die letztere bekleiden; von der Seite gesehen findet man sie in die Spalten so hervorragen, dass sie oft zur Mitte reichen und diese Räume ungefähr bis zur Hälfte füllen. Die jetzt beschriebenen Spalten sind die unmittelbare Fortsetzung des die Bündel des Sehnerven überall durchsetzenden, von Zellen durchzogenen Spaltensystems, das wir oben beschrieben haben. Wir können sie deswegen als von derselben physiologischen Bedeutung ansehen und werden unten bei der Schilderung der Injectionen näher darauf eingehen. Aber nicht nur in den Tractus optici, sondern überall in der weissen Substanz des Gehirns und Rückenmarks findet man, wie schon oben hervorgehoben wurde, dasselbe von reihenweise nebeneinander angeordneten Zellen zwischen den Nervenfaserbündeln wieder, und es ist deswegen, wenn man die oben beschriebenen Verhältnisse im Opticus kennt, mehr als wahrscheinlich, dass man hier ein grossartiges, überall in den Centralorganen verbreitetes, lymphatisches Spaltensystem vor sich hat. Schon Henle scheint im Handb. d. System. Anat. Bd 3. Abtheil. 2. Fig. 192 dasselbe abgebildet zu haben, ohne eine Erklärung ihrer Natur zu versuchen. Gegen die Lamina hin werden die Spaltenräume etwas weiter und die in ihnen enthaltenen Zellen sind hier noch reichlicher als im übrigen Opticus vorhanden.

Die Lamina cribrosa.

Etwas hinter dem vorderen Ende der Scheidenräume (Subdural- und Subarachnoidalräume) des Sehnerven beginnt die bekannte Verengerung dieses Nerven (Taf. XXXII Fig. 1). Der Nervenstamm, welcher sonst in seinem intraorbitalem Verlauf von beinahe demselben Caliber ist, verjüngt sich von hier ab conenförmig bei seinem Durchtritt durch die Häute des Bulbus allseitig und schnell ungefähr bis zur Mitte der Dicke der Chorioidea; hier misst er am Längsschnitt nicht viel mehr als die Hälfte des extrabulbären Stammes. Dann vergrössert er sich wieder schnell, um sich über die Retina als ihre Opticusfaserlage auszubreiten. Der Durchtritt des Nerven durch die Häute des Bulbus entspricht ziemlich genau der Region der Lamina cribrosa. Diese beginnt nämlich in der Regel im Niveau mit oder bald vor dem vorderen Ende oder, wie wir es nennen wollen, Fundus der Scheidenräume und reicht bis zum vorderen Niveau der Chorioidea. Man kann zwei Abtheilungen in der Lamina unterscheiden, eine hintere, die s c l e r a l e, wo sie durch die Sclera geht, und eine vordere, die c h o r i o i d a l e, wo sie die Chorioidea durchläuft. Ausser durch die Verjüngung des Nerven ist, wie bekannt, die Lamina durch ihren Bau characterisirt. Schon bei schwacher Vergrösserung erkennt man durch ihr hellglänzendes Aussehen die Ausdehnung dieser Bildung; man findet auch ohne Schwierigkeit, dass dieser helle Glanz theils auf einer veränderten Beschaffenheit der Nervenfasern, theils aber auf einer reichlichen Menge der Quere nach verlaufender, ziemlich feiner Balken beruht. Durch Behandlung mit Ueberosmiumsäure überzeugt man sich leicht davon, dass die Nervenfasern auf einmal beim Eintritt in die Lamina ihre Markscheiden abgeben, eine Thatsache, welche man schon lange gekannt hat, obwohl man in der letzteren Zeit darüber wieder zweifelhaft geworden zu sein scheint. Sie legen sich jetzt als überaus feine Axencylinder zu schmalen Bündelchen dicht zusammen und diese laufen, zu dickeren Bündeln vereinigt, in ziemlich parallelen Reihen unter nur sehr spärlichen Anastomosen durch die Lamina hindurch, grössere Zwischenräume zwischen sich lassend. Aber auch im Innern der Bündel, zwischen den schmalen Bündelchen, nimmt man längliche, relativ breite Spaltenräume wahr, in welchen man keine Gewebselemente findet. Am Querschnitt der Lamina wird man leicht zweifelhaft über das, was man als Nervenfasern und Bündelchen ansehen mag. Bei aufmerksamer Durchmusterung findet man indessen, dass die Nervenfaserbündelchen sich als rundliche, polygonale oder sogar als sternförmig zusammenhängende Figuren präsentiren, an welchen eine feine Punktirung als Ausdruck der dieselben zusammensetzenden feinen Axencylinder wahrzunehmen ist (Taf. XXXIV Fig. 14 *a*). Zwischen den Bündelchen sind Spalten vorhanden, welche gewöhnlich ungefähr dieselbe Breite haben wie die Bündelchen. Nur selten sind die Bündelchen, ohne solche Spaltenräume, zu einem einzigen, dickeren Bündel vereinigt. Bei verschiedenen Untersuchungsmethoden haben wir die soeben beschriebenen Verhältnisse in dieser Weise gesehen. Das quergehende Balkennetz der Lamina cribrosa ist eine unmittelbare Fortsetzung des oben beschriebenen Balkennetzes des Opticusstammes; es wird aber dabei schnell modificirt und erhält einen anderen Character. Die hintere Grenze ist gewöhnlich ziemlich bestimmt, zuweilen sehr scharf, zuweilen rechtwinklig gegen die Opticusaxe, gewöhnlich aber von aussen nach der Mitte schief nach hinten convex gerichtet (Taf. XXXII Fig. 1). Bisweilen sieht man an den beiden Hälften eines Nerven diese beiden Variationen neben einander. Beim Uebergang des Balkensystems des Nervenstammes in das der Lamina werden also die queren Balken dünner und dichter, ja sehr dicht, die längsgehenden Säulen aber verschwinden bald vollständig. Von jetzt an ist es in mehrfacher Beziehung schwer das Verhalten und die Beschaffenheit der Balken genau zu eruiren. Man erkennt zwar ohne Schwierigkeit den allgemeinen Character des Balkenwerkes; die Vertheilung desselben ins Einzelne ist aber nicht eben leicht auszufinden und zu beschreiben. Schon bald nach dem Uebergang in die Lamina sieht man die nun fast bloss quergehenden Balken in mehrere zerfallen und sich wieder mit anderen vereinigen (Taf. XXXII Fig. 1; Taf. XXXIV Fig. 7). In dieser Weise laufen sie über die Nervenbündel und ihre Spaltenräume her, in den letzteren mit einander anastomosirend. Aber schon im Anfang der Lamina (Taf. XXXIV Fig. 7) wird die Vertheilung der Balken weniger deutlich; sie legen sich dichter beisammen und gehen zahlreiche Anastomosen ein. Sie flechten sich bogenförmig quer über die Nervenbündel, elliptische quergehende Spalten zwischen sich bildend, und umstricken in dieser Weise mit einem dichten Maschenwerk die Nervenbündel. Am Längsschnitt gesehen sind sie sehr steif und glänzend; ihre Längsstreifung ist nicht eben stark ausgedrückt. Im Allgemeinen sind sie etwas dicker und stärker im scleralen Theil. Man findet jetzt nicht mehr die Blutgefässe in ihnen eingeschlossen, sondern zwischen ihnen verlaufend (Taf. XXXIV Fig. 8). Am Querschnitt der Lamina sieht man, in welchem

hohen Grad das Balkengerüst hier, mit den Verhältnissen im übrigen Opticusstamm verglichen, über das Nervengewebe Uebergewicht genommen hat (Taf. XXXIV Fig. 13). Die Nervenbündel sind relativ schmal und von einander weit getrennt. Das soeben beschriebene Balkengerüst der Lamina ist, wie oben erwähnt wurde, zwar eine Fortsetzung des Balkengerüstes des übrigen Sehnervenstammes, es stammt aber hauptsächlich aus den bindegewebigen Theilen, welche die Lamina nach aussen hin umgeben, sowie aus dem die Centralgefässe begleitenden Bindegewebe. Aus dem letzteren sieht man also überall am Längs- und Querschnitt Balken zwischen den Nervenbündeln sich einsenken (Taf. XXXII Fig. 1). Der Ursprung aus den umgebenden Gebilden ist etwas verwickelter. Am Fundus der Scheidenräume hört nämlich die Pialscheide nicht auf; sie sendet zwar einen Theil ihres Gewebes nach aussen in die Sclera hinein, indem ihre Bündel sich in mehrere auflösen, welche circuläre Bündel der Sclera zwischen sich aufnehmen. Ein anderer Theil der Pialscheide setzt sich aber nach vorn fort, die unmittelbare äussere Begrenzung der Lamina, gewissermassen ihre umhüllende Scheide, bildend. In dieser Weise geht sie bis zur Chorioidea fort und in dieselbe über, einen hellen Saum hier darstellend (Taf. XXXII Fig. 1; Taf. XXXIII Fig. 7), um erst dann an der vorderen Fläche der Chorioidea vollständig in derselben sich zu verlieren. Sie bildet indessen keine ganz absperrende Barriere. Denn, ausser den aus ihr selbst entspringenden Balken der Lamina cribrosa, lässt sie eine grosse Anzahl von Balken der Sclera hindurch. Sowohl am Längs- wie am Querschnitt sieht man diese Balken aus der Sclera durch die Pialscheide dringen, um sich als Balken der Lamina auszubreiten und zu zertheilen; die hintersten senken sich gewöhnlich etwas nach hinten, die mittleren gehen gerade quer über die Opticusaxe, die vorderen steigen von der vorderen Ecke der Sclera nach vorn hervor, leise convexe Bogen zwischen den Nervenbündeln bildend. Aber auch aus der Chorioidea findet man hie und da einzelne Balken in die Lamina eindringend (Taf. XXXII Fig. 1). Diese letzteren Balken sind indessen feiner und dünner, und wie schon oben bemerkt wurde, sind im Allgemeinen die Balken der chorioidalen Lamina feiner als die scleralen. Ungefähr in der Ebene der vorderen Grenze der Chorioidea hört nun aber, nicht so scharf als hinten, die Lamina auf, indem ihre Balken verschwinden. Diese vordere Grenze der Lamina ist ziemlich gerade, öfters zeigt sie doch eine leise Steigung nach der Mitte, d. h. nach den Centralgefässen zu. Oft bildet deswegen diese vordere Grenze einen von dem vorderen Niveau der Chorioidea sich erhebenden, nach vorn convexen Bogen. Die jetzt geschilderte Beschaffenheit des Balkengerüstes der Lamina cribrosa betrifft den Menschen. Bei Thieren ist es in mehrfacher Beziehung etwas verschieden. Abgesehen von den Thieren (Frosch, Kaninchen u. A.), wo sie ganz fehlt oder auch nur sehr rudimentär ausgebildet ist, wird sie bei anderen Thieren in der Weise gebildet, dass die Balken von der Chorioidea in bedeutender Menge einströmen, so z. B. beim Hund (Taf. XXXIII Fig. 10); beim Schaf wird sie sogar fast überwiegend durch die Chorioidea gebildet. Oft folgen dann den Balken mehr oder weniger Pigmentzellen in die Lamina hinein; so beim Hund und in grosser Ausdehnung beim Schaf. Beim Schaf findet man oft auch am Längsschnitt einen von Pigment begleiteten Balkenstreifen schief nach vorn und innen in die Papilla optici hinein ziehend; eine ähnliche Bildung kam hier und da auch bei anderen Thieren (Hunde) vor.

Wenn man nun den feineren Bau der Balken der Lamina näher verfolgt, findet man (s. z. B. am Querschnitt), dass sie aus einzelnen steifen Faserzügen zusammengesetzt sind, welche in verschiedenen Richtungen verlaufen, sich mit einander in mannigfacher Weise verflechtend, hier und da die Nervenbündel durch feinere Abzweigungen in kleinere secundäre Bündel zerspaltend (Taf. XXXIV Fig. 13, 14).

Ausser den beschriebenen Bestandtheilen der Lamina cribrosa kommt aber nun auch eine Menge von Zellenelementen in ihr vor, welche nach Carminfärbung oder nach Osmiumbehandlung deutlich hervortreten. Es ist in der That keine leichte Aufgabe die Anordnung und die eigentliche Natur derselben auszufinden. Im Allgemeinen erkennt man indessen ohne Schwierigkeit, dass diese Zellen eine unmittelbare Fortsetzung der oben beschriebenen Zellen des Opticusstammes darstellen. Am Anfang der Lamina sieht man auch leicht, dass sie denselben Character behalten. Durch die veränderte Beschaffenheit der bindegewebigen Balken wird aber die Anordnung der Zellen etwas verschieden. Am Längsschnitt findet man sie in den Spaltenräumen zwischen den Nervenbündeln und meist nach der Quere gerichtet liegend. Sie haften gewöhnlich den Balken ziemlich innig an; um ihre Kerne findet sich eine Protoplasmazone, welche flächenhaft verbreitert den Balken anschmiegt und mit ihren geplatteten Ausläufern theils denselben folgt, theils auch frei die Spaltenräume durchspinnt, ein intricates Netzwerk mit darin befindlichen, in verschiedenen Richtungen verlaufenden Löchern und Canälen bildend. Dieses durchlöcherte körnig-protoplasmatische Gewebe bedeckt die Oberfläche der Nervenbündel (Taf. XXXIV Fig. 8, 10, 11, 12), es streckt sich aber auch zusammen mit feinen fadenartigen Zellenausläufern in das Innere derselben hinein, zwischen den feinen Nervenfaserbündelchen ein feines Netzwerk von feinkörnigem Gewebe bildend. Ob indessen alles dies körnige Gewebe von Ausläufern

des Zellenprotoplasma stammt oder vielleicht theilweise als ein besonderes, die Nervenfasern einhüllendes »Neuroglia» zu betrachten sei, ist ebenso schwierig wie im übrigen Opticus endgültig zu entscheiden.

In der Lamina kommt indessen noch ein eigenthümliches Verhältniss vor. An Querschnitten (Taf. XXXIV Fig. 14 *c*) sieht man nämlich eine nicht unbedeutende Zahl langer, steifer und glänzender, nicht eben feiner, gleichdicker zuweilen zweigetheilter Fasern das Gesichtsfeld in den verschiedensten Richtungen durchziehen und durch das Innere der Nervenbündel zwischen den Axencylinderbündelchen verlaufen. Sie ähneln gewissermassen bindegewebigen Fasern und zuweilen sieht man sogar das Balkengerüst der Lamina sich in Fasern auflösen, welche mit diesen freien Fasern sehr grosse Uebereinstimmung zeigen. An solchen freien die Spaltenräume durchziehenden Fasern liegen ovale Kerne an, welche mit den oben beschriebenen Kernen der Laminazellen übereinstimmen; an den Enden der Kerne sieht man gewöhnlich eine dünne protoplasmatische Ausbreitung der Faser anhaften. Am besten erkennt man diese das Innere der Nervenbündel durchziehenden Fasern in den gewöhnlich offenen Spaltenräumen zwischen Nervenbündeln und Balkengewebe. Es ist sehr möglich, dass man in diesen Fasern das Vorgebilde der Müllerschen Stützfasern der Retina vor sich hat. Am vorderen Ende der Lamina trifft man Zellen, die im isolirten Zustand, nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure, in den Formen erscheinen, wie an der Taf. XXXIV Fig. 15; die ovalen, ziemlich dicken Kerne sind von einem glasig körnigen, bestimmt begrenzten Protoplasma umgeben, welches zuweilen einige Pigmentkörner enthält und nach zwei Richtungen fadenartige Ausläufer aussendet; diese Ausläufer theilen sich oft dichotomisch und erstrecken sich, wenn sie in situ in den Spaltenräumen liegen, quer über die Nervenbündel her. Sie mögen als eine Art der oben beschriebenen, vielfach wechselnden Laminazellen betrachtet werden.

Die Papilla optici.

Nachdem die Nervenbündel die Lamina verlassen haben, setzen sie ihren Weg in der Weise fort, dass sie, wie bekannt, radienartig nach allen Richtungen umbiegen, um sich zur Opticusfaserschicht der Retina auszubreiten. Hierbei bleiben zwischen den Bündeln Spaltenräume zurück, welche eine unmittelbare Fortsetzung der Laminaspalten darstellen. In diesen Spaltenräumen liegen Zellen, die auch eine directe Fortsetzung der Laminazellen sind. Die Nervenbündel gehen immer zahlreichere Verbindungen mit einander ein, so dass die Spalten kürzer und enger, zugleich aber auch zahlreicher werden.

Die Lymphbahnen des Sehnerven.

Wenn die Canülspitze innerhalb der Pialscheide des menschlichen Opticus geführt wurde, erhielten wir bei schwächerem constantem Druck keine eigentliche Injection. Bei Anwendung der Handspritze und etwas stärkerem Drucke schiessen erst längs dem Sehnerven innerhalb der Scheide längliche, verzweigte Bänder der Flüssigkeit hervor. Sie fliessen bald zusammen und die ganze Sehnervenoberfläche erhält eine innerhalb der fraglichen Scheide befindliche Füllung. Nichts tritt aber beim Menschen durch die Scheide hinaus. Erst bei Anwendung von sehr starkem Druck drang die Flüssigkeit durch sie hinaus. Ohne Schwierigkeit drang sie aber bei diesen Injectionen zwischen den Opticusfaserbündeln hinein und verbreitete sich in den Spaltenräumen derselben. Betreffs ihres Verhältnisses zu dem oben beschriebenen bindegewebigen Balkensystem des Opticus fanden wir sie immer zwischen den Balken und den Opticusfaserbündeln liegend, sowohl die Spalten zwischen diesen Gebilden als die übrigen Maschenräume im Balkennetz ausfüllend. An dem Querschnitt eines in dieser Weise injicirten Opticus (Taf. XXXIII Fig. 5) sieht man deswegen ein mehr oder weniger zusammenhängendes Netz der Injectionsmasse die quergeschnittenen Nervenbündel umspinnen; in den Injectionszweigen des Netzes findet man längs ihrer Mitte die platten bindegewebigen Balken verlaufend, an den Stellen nämlich wo der Schnitt im Niveau solcher gefallen ist, oder auch keine derartige Balken, so oft der Schnitt durch die zwischen ihnen liegenden offenen Maschen fiel. An einem solchen Querschnitt (Taf. XXXIII Fig. 5) sieht man die Injectionsmasse an der Innenseite der Pialscheide einen aus ebenso vielen Segmenten zusammengesetzten Raum bilden, wie hier Nervenbündel anliegen, und diese Segmente sind durch die nach innen abgehenden Balken abgetheilt. Man kann deswegen nach unserer Ansicht hier nicht von einem besonderen Raum (ähnlich dem am Gehirn von einigen Verfassern angenommenen Epicerebralraum) sprechen. Nur mehr selten hat sich die Masse, wenn sie aus der Richardsonschen Flüssigkeit bestand, in das Gewebe der Pialscheide Wege gebahnt; doch sieht man

hie und da kleine Ausläufer von innen her sich zwischen ihre Schichten eine Strecke eindringen. Bei Thieren aber, sowie bei Anwendung von leichtflüssigeren Massen, drang die Injection viel leichter und oft an vielen Stellen durch die Pialscheide hindurch. Oft hat sich indessen die Injectionsmasse etwas reichlicher dicht unter der Pialscheide angesammelt als in den Spalten zwischen den Nervenbündeln; dies ist leicht erklärlich, da dort während der Injection gewiss der Widerstand durch die Nachgiebigkeit der Pialscheide geringer sein muss als zwischen den Nervenbündeln; doch füllen sich auch diese Spaltenräume bei etwas stärkerem Injectionsdruck oft ansehnlich.

An dem Längsschnitt des in derselben Weise injicirten Opticus findet man den obigen ganz entsprechende Bilder. Nur sind hier die Nervenbündel, bei vollständiger Injection, ihrer ganzen Länge nach von der Masse eingehüllt; sie liegt aber in dünnerer Schicht an den Stellen, wo Balken zwischen den Nervenbündeln vorhanden sind, als in den offenen Maschenräumen zwischen den Bündeln. Diese letzteren Spalten bilden am Längsschnitt des vollständig injicirten Opticus, wo also die Injectionsmasse um die einzelnen Nervenbündel etwa cylindrische Röhren darstellt, zahlreiche quere Verbindungsbrücken zwischen diesen Röhren. Man sieht auch ziemlich viele schmälere solche Brücken, wirkliche Anastomosen, quer über die longitudinalen Bindegewebssäulen sich von einer Röhre zur anderen erstrecken (Taf. XXXIII Fig. 3, 4). Es entspricht also dies von der Injectionsmasse eingenommene Spaltensystem genau dem oben bei der Schilderung des feineren Baues des Opticus beschriebenen, von den eigenthümlichen Zellen reichlich durchzogenen Spaltensystem zwischen den Nervenbündeln. Dass hier ein wirkliches System von serösen Bahnen vorliegt, darf wohl mit Sicherheit angenommen werden.

Die Masse bleibt aber nicht in den angegebenen Bahnen stehen; sie dringt sehr oft ins Innere der Nervenbündel selbst, entweder mit einem oder mit mehreren Zweigen, welche sich dann in verschiedener Ausdehnung hier weiter theilen, das Bündel also in kleinere Abtheilungen trennend (Taf. XXXIII Fig. 5, 6). Diese Bilder ähneln aber den Injectionsbildern der peripherischen Nerven, die wir früher geschildert haben, nur in deren Anfangsstadien der Injection. Die Injection dringt nämlich hier im Allgemeinen nur zwischen einzelne Nervenfasergruppen und nicht zwischen die einzelnen Fasern hinein; am Querschnitt findet man deswegen im Innern der Nervenfaserbündel ein Injectionsnetz, dessen Maschen die quergeschnittenen Nervenfasergruppen umspinnen. Es entspricht also auch dies injicirte Spaltennetz genau dem oben beschriebenen, von den Zellen durchflochtenen Canalsystem im Inneren der Nervenbündel und es steht, wie schon dargelegt ist, überall mit dem Lymphbahnsystem zwischen den Bündeln in offener Communication. Nur bei sehr starkem Druck dringt es noch weiter ins Gewebe der Bündel ein, diese in verschiedener Weise infiltrirend; dann erhält man Bilder, die etwas mehr denjenigen an den übrigen »peripherischen» Nerven bei stärkerer Injection erhaltenen Bildern ähneln; dies ist aber doch nur mehr ausnahmsweise der Fall.

In der Lamina cribrosa, wo die Zwischenräume zwischen den Nervenfaserbündeln grösser sind und das Balkennetz viel gedrängter ist und der Quere nach zieht, wird auch die Injection viel reichlicher und gedrängter, indem sie alle die von den Zellen durchzogenen Zwischenräume erfüllt (Taf. XXXIII Fig. 3, 7). An einem Längsschnitte findet man sie eine mehr oder weniger rautenförmige Anordnung einnehmen, durch die ganze Lamina cribrosa hindurch die schmalen Nervenfaserbündel umspinnend.

Von hier aus geht es bei stärkerem Druck, dem anatomischen Baue gemäss, mit dem Balkennetze in das Gewebe der Sclera hinein und bildet dort ein Injectionsnetz von mehr stift- oder spindelförmigen Figuren in den Spalten zwischen den scleralen Bindegewebsbündeln (Taf. XXXIII Fig. 9). Bei Anwendung sehr leichtflüssiger Massen (bes. Asphalt-Chloroform) wird in dieser Weise ein sehr reichliches mehr verzweigtes Saftbahnennetz in der Sclera gefüllt. Von diesen Bahnen der Sclera aus kann man die Injectionsmasse auch hie und da in die Spaltenräume des Suprachorioidalgewebes bei stärkerem Druck einpressen. Bei Thieren (Hund, Schaf) tritt aber die Masse viel leichter in die letzteren Spaltenräume über als beim Menschen.

In der Lamina cribrosa folgt die Injectionsmasse gern den Centralgefässen, und dem diese Gefässe umgebenden Bindegewebe, bisweilen im Inneren dieses Gewebes sich ausbreitend (Taf. XXXIII Fig. 8). In dieser Weise gelangt es, bei starkem Druck, in die Retina hinein, sich dort, wie Schwalbe gezeigt hat, theils eine Strecke weit die Blutgefässe umgebend, theils auch zwischen die Faserbündel der Opticusschicht radienartig nach allen Seiten hervordringend. Im vorigen Falle muss man sich doch in Acht nehmen, dass man nicht eine wirkliche Blutgefässinjection, welche durch eine beim Einstich in der Nähe des Opticuseintrittes leicht entstehende Läsion der Centralgefässe hervorgerufen wird, was bei unseren Versuchen auch mehrmals geschah, für eine perivasculäre Injection hält. In der That konnten wir nie mit voller Sicherheit entscheiden, ob wir eine wirkliche, reine perivasculäre Injection vor uns hatten. Auch bei Anwendung der leichtflüssigen Asphalt-Chloroformmasse sahen wir in solchen Fällen in der Regel eine

wirkliche Blutgefässfüllung. Ausserdem aber erhielten wir mit dieser Masse oft sehr schöne Netze von verzweigten, schlingenden Saftbahnen im Gewebe der Retina selbst, besonders in ihren inneren Schichten.

Zuweilen bekamen wir indessen auch, besonders bei Thieren, eine ausgebreitete Füllung eines eng spaltenförmigen Raumes zwischen Retina und Chorioidea, d. h. zwischen der Pigmentschicht jener und der Choriocapillaris. Diese Injection fand bei Stichinjection im Opticus statt, sogar in solchen Fällen, wo die Masse die Lamina cribrosa grösstentheils peripherisch, also längs der Fortsetzung der Pialscheide passirte (Taf. XXXIII Fig. 10).



Das suprachorioidale Gewebe.

Henle beschrieb dieses Gewebe als ein elastisches Fasernetz, dessen Fasern durch eine structurlose Substanz zusammengehalten werden. An demselben liegen kreisrunde oder elliptische, platte Kerne, meist vereinzelt an; daneben finden sich ganz farblose Zellen und Pigmentzellen verschiedener Form und Farbe und sogar fast farblose. Schwalbe zeigte, dass das suprachorioidale Gewebe aus einer Reihe dünner, elastischer Häutchen mit eingewebten, elastischen Fasern besteht, und dass jedes Häutchen beiderseitig mit einer Schicht grosser polygonaler Endothelzellen bekleidet ist, welcher eben die platten ovalen Kerne angehören. An der äusseren Fläche der Chorioidea und der inneren der Sclera findet sich eine ähnliche endotheliale Zellenschicht, deren Zellengrenzen wenigstens beim Schwein, Kaninchen, Canarienvogel durch Silberfärbung dargestellt werden konnten. Diese beiden Flächen, welche eben die Begrenzungen eines grossen Lymphraums, des Perichorioidalraums Schwalbes, bilden, hängen, nach ihm, durch Brücken des elastischen Gewebes unter einander zusammen. Die endotheliale, durch Versilberung darzustellende Zellenzeichung wurde von verschiedenen Seiten her bestätigt; so auch vorläufig von uns selbst.

Hier werden wir nun das von uns Gefundene etwas näher besprechen. Durch Silberfärbung erhielten wir die Endothelzellenzeichnung bei den verschiedenen Thieren von etwas verschiedener Form. Siehe z. B. die mitgetheilten Bilder (Taf. XXXV Fig. 9, 10, 11), die vom Kaninchen, Huhn, Frosch herrühren. Beim Menschen gelang es uns zuletzt, nämlich beim neugeborenen Kinde, die entsprechende Zellenzeichnung darzustellen (Taf. XXXV Fig. 8); die Kerne der Zellen waren noch sichtbar. Aber nicht nur an der äusseren Fläche der Chorioidea und an der inneren der Sclera trat die Zeichnung ein; auch in dem übrigen Suprachorioidalgewebe, d. h. an allen dasselbe zusammensetzenden feinen Endothelhäutchen. Deswegen erhält man oft eine doppelte oder sogar mehrschichtige Zeichnung von Zellengrenzen. Das ganze Gewebe besteht also aus einer Reihe äusserst dünner Endothelhäutchen, welche dicht an einander liegen und die elastischen Fasern enthalten. Es giebt mithin nicht einen einzigen Perichorioidalraum, sondern ebenso viele wie Spalten zwischen den einzelnen Lamellen des suprachorioidalen Gewebes.

Die Grenze zwischen Sclera und dem suprachorioidalen Gewebe ist nicht überall so bestimmt zu ziehen, indem an gewissen Stellen Suprachorioidallamellen direct ins Scleragewebe übergehen (Taf. XXXV Fig. 17); besonders sieht man dies an der Stelle, wo der Perichorioidalraum aufhört, also in der Umgebung des Opticuseintritts. Die Zellenlamellen nehmen hier Fibrillenlamellen zwischen sich auf. Auch mit den in die Sclera eintretenden Venen, sogar den grösseren, den Venæ vorticosæ, gehen trichterförmige Fortsetzungen der Suprachorioidallamellen, die zur Bildung ihrer Adventitialscheiden im grössten Umfange beitragen.

Auch in die eigentliche Chorioidea erstreckt sich das Suprachorioidalgewebe, nur in etwas modificirter Gestalt hinein, indem ähnlich gebaute Zellenhäutchen zwischen ihren Blutgefässen ziehen und diese letzteren in verschiedenen Richtungen und verschiedener Zahl umgeben.

Das suprachorioidale Gewebe ist somit kein Gewebe *sui generis,* sondern man kann es gewissermassen als »Bindegewebe» bezeichnen, dem das fibrilläre Element ganz fehlt, d. h. nie zur Entwicklung gelangt ist und dem nur die Endothelzellen sowie die elastischen Fasernetze angehören. Allenfalls ist dies Gewebe von hohem histologischen

Interesse. In mehreren Beziehungen schien es uns dem Perineurium der peripherischen Nerven ähnlich, obwohl es nicht verhehlt werden mag, dass auch, besonders betreffs des Vorhandenseins des fibrillären Theils, wichtige Differenzen unter ihnen bestehen.

Eine wichtige Frage, um deren endgültige Lösung wir uns viele Mühe gegeben haben, ist die, ob jede Lamelle des suprachorioidalen Gewebes an ihren beiden Seiten, wie es SCHWALBE glaubt, mit Endothelzellen bekleidet ist, oder ob diese nur einseitig liegen. Leider können wir diese Frage nicht sicher beantworten. Oft sahen wir doppelte Zellenzeichnungen und doppelte Kernschichten; in diesen Fällen konnte aber nie die Möglichkeit sicher ausgeschlossen werden, dass nicht zwei Lamellen dicht beisammenlagen. Von den interessanten Pigmentzellen haben wir in unseren Figuren einige Formen wiedergegeben (Taf. XXXV Fig. 14, 15; Taf. XXXVI Fig. 1). Die Abstufung der Farbe sowie die verschiedene Menge von Pigment-Protoplasma und der recht oft vorkommende Zusammenhang der einzelnen Zellen rufen mehrere Fragen hervor. Für uns war es doch besonders wichtig die Lage der Pigmentzellen an den einzelnen suprachorioidalen Häutchen auszufinden. Zuweilen scheint es zwar, als ob dieselben in den Häutchen, also zwischen ihren beiden supponirten Zellenschichten, liegen; dafür spricht gewissermassen auch der Umstand, dass man die Zellen an Präparaten, wo die einzelnen Häutchen durch Zug von einander getrennt sind, so verhältnissmässig selten von den Häutchen isolirt antrifft, sowie ferner die schon von SCHWALBE gemachte Beobachtung, dass oft da, wo die elastischen Fasern über Pigmentzellen verlaufen, das Pigment mehr oder weniger von den Fasern bei Seite weicht, wodurch gleichsam helle Rinnen in den Zellen entstehen, in welchen die Fasern ziehen. An isolirten umgebogenen Häutchen sieht man aber nicht selten im optischen Querschnitt der Umbiegungsstelle ganz deutlich, dass die Pigmentzellen an der einen, und zwar im Allgemeinen an der äusseren, Seite der Häutchen hervorschiessen, also einseitig auf dieselben liegen (so z. B. an der Taf. XXXV Fig. 16). Dies war schon bei einem viermonatlichen menschlichen Embryo zu sehen (Taf. XXXV Fig. 12); hier hatten die Zellen indessen noch eine rein protoplasmatische Beschaffenheit und führten nur wenig Pigment; es fanden sich nämlich Zellen, die kein Pigment besassen, sowie andere, die einzelne Körnerhaufen zeigten; ihre grossen ovalen Kerne unterschieden sich ganz bestimmt von den rundlichen Kernen der Häutchen. Diese Thatsache ist deswegen von Interesse, weil dadurch bewiesen wird, dass die Pigmentzellen schon frühzeitig bestimmt angelegt sind. Beim Erwachsenen wird man bisweilen zweifelhaft, ob man nicht besonders in den helleren, mehr pigmentarmen Zellen (Taf. XXXVI Fig. 1) Uebergangsformen zwischen den Häutchenzellen und den wirklichen Pigmentzellen zu erblicken hat. Bei Berücksichtigung der oben beschriebenen Lage der Pigmentzellen sowie ihres Verhaltens beim Embryo scheint aber dies nicht so zu sein.

Bei Einstichinjectionen an der Innenseite der Sclera in das Suprachorioidalgewebe füllt sich, wie zuerst SCHWALBE dargelegt hat, dieses Gewebe leicht und in weiter Ausdehnung um den Bulbus herum, von der Nähe des Opticuseintrittes bis fast zum Cornealfalze. Es ist aber dieser sog. Perichorioidalraum, wie schon oben hervorgehoben wurde, nicht ein einziger, sondern ein aus eben so vielen Spaltenräumen zusammengesetzter Raum als es Spalten zwischen den einzelnen Suprachorioidallamellen giebt. Zuweilen kann man, wenn die Canülspitze nur zwischen zwei Lamellen eingedrungen ist, ohne die angrenzenden zu zerreissen, die Injectionsmasse in weiter Strecke zwischen bloss diesen zwei Lamellen verlaufen sehen. So auch oft, wenn die Injectionsmasse vom Opticus her ins suprachorioidale Gewebe eindringt. Gewöhnlich dringt sie doch zwischen mehreren umher, und bei stärkerem Druck sieht man sie sowohl in das Gewebe der Chorioidea, zwischen ihren Gefässen, als auch nach aussen an gewissen Stellen der Sclera in das Tenonsche Gewebe hinaustreten. Diese letzteren Abflusswege sind, wie SCHWALBE angegeben hat, vorzüglich die Austrittstellen der Venæ vorticosæ. Wie oben angeführt wurde, sind diese Venen von Fortsetzungen des Suprachorioidalgewebes in Gestalt concentrischer, Pigmentzellen führender Endothelhäutchen begleitet. Eben mit oder richtiger in den Spalten zwischen diesem Gewebe verläuft die Injectionsflüssigkeit nach aussen. Sie verbreitet sich dann, wie SCHWALBE beschrieben hat, in das Tenonsche Gewebe (Tenonschen Raum) und um den Opticus, an der Aussenseite seiner Duralscheide (im supravaginalen Raum).

Ausser mit den Venen sahen wir aber zuweilen auch die Flüssigkeit den Arterien am hinteren Umfang des Bulbus folgen, was nach der eben gegebenen Beschreibung leicht erklärlich ist.

Wirkliche, aus dem Perichorioidalraum führende Lymphgefässe sahen wir, wie auch andere Beobachter, nie.

Die Verbindungen der Scheidenräume des Acusticus und der serösen Räume des Gehörlabyrinthes mit den serösen Räumen der nervösen Centralorgane.

Geschichtliches.

Schon in älterer Zeit (Valsalva, Pacchioni) vermuthete man, dass die Lympha der Gehirnhäute durch das Innerohr einen Abfluss habe.

Dann wies Cotugno [1]) nach, dass der Gehörnerv von einer Scheide, einer Fortsetzung der Dura mater, umgeben und in derselben von der Flüssigkeit der Schädelhöhle umspült ist; er nannte diesen Scheidenraum *Sinus acusticus.*

In seiner ausgezeichneten Arbeit über die Wasserleitungen des inneren Ohres [2]) hat ferner Cotugno einen Aquæductus cochleæ und einen Aquæductus vestibuli ausführlich beschrieben. Der Aquæductus cochleæ beginnt mit einem feinen Loch in der Nähe der Fenestra rotunda und öffnet sich nach einem 3 bis 4 Linien langen Verlauf, indem er allmählig zu einem weiteren Canal wird, in die Schädelhöhle, »unterhalb dem äusseren Ende der Mündung des Canalis nervorum communis». Er streckt sich also von der Scala tympani zu der Schädelhöhle. Die Dura mater tritt in den Canal hinein, bekleidet ihn und setzt sich in das Periost der Cochlea fort. Durch ihn injicirte Cotugno Quecksilber in die Scala tympani, und von da ab in die Scala vestibuli, in das Vestibulum und die Canales semicirculares; ja sogar die Höhle des Aquæductus vestibuli wurde dadurch gefüllt. Dieser letztere, der Aquæductus vestibuli, geht durch den von Cotugno näher beschriebenen, knöchernen, etwa 4 Linien langen Canal von dem Vestibulum aus nach seiner spaltenförmigen Oeffnung an der hinteren Fläche der Pars petrosa. Die innere Fläche des ganzen Canals sah Cotugno oft glatt und blank, in der Nähe der äusseren Oeffnung bisweilen runzelig. In denselben tritt die innere Lamelle der Dura mater hinein, bekleidet ihn ganz und geht in das Periost des Labyrinths über. An der entgegengesetzten Oeffnung des Aquæductus befindet sich eine Höhle, in welche dieser Canal mündet. Diese Höhle, welche Cotugno die *Cavitas aquæductus vestibuli membranea* nennt, liegt zwischen den beiden Blättern der Dura mater. Sie ist von sehr wechselnder Grösse und Gestalt, oft doch oval, hat eine glatte innere Fläche, indem sie augenscheinlich mit einer lymphatischen Flüssigkeit befeuchtet ist. Quecksilber in diese Höhle injicirt floss in das Vestibulum hinein. Es trat aber auch in gewisse, fast vom ganzen Umfang der Höhle abgehende, unter einander anastomosirende Canäle der Dura mater aus, von welchen einige bald von venösen Gefässen aufgenommen wurden; andere bildeten, nachdem sie sich vereinigt, gleichsam einen kleinen Sinus, in welchen die kleinen Venen der Dura münden; andere endlich liefen in den Sinus selbst hinaus. Von der Höhle konnte Cotugno das Quecksilber also bis in den Sinus lateralis injiciren. Die abführenden Gefässe sind also venöse, d. h. sog. »inhalirende». Sie führen ohne Zweifel die Lymphe aus der Höhle des Aquæductus vestibuli zu den Venen. Cotugno beschreibt auch den Aquæduct beim Foetus und neugeborenen Kind. Er hat ihn und seine Höhle in der Dura auch bei einer Reihe von Thieren (Pferd, Rind, Affe, Hund, Katze, Schaf, Hasen, Kaninchen) nachgesucht und gefunden.

Nach Magendie [3]) begleitet die Cerebrospinalflüssigkeit den Nervus acusticus und facialis bis auf den Boden des Meatus auditorius internus; sie steht nach ihm in keiner directen und freien Verbindung mit der Flüssigkeit im

[1]) S. o. S. 7.

[2]) De aquæductibus auris humanæ internæ. Viennæ 1774.

[3]) S. oben S. 11.

Labyrinthe, allein die Vermischung muss leicht durch Imbibition durch die Membran erfolgen, welche das Vestibulum auf dieser Seite schliesst. Durch denselben Mechanismus kann sie in den Tractus spiralis gelangen, wohin sie auch durch den Canalis Fallopii gelangen kann. Ferner kann sie durch den Aquæductus vestibuli in die Höhlen des Labyrinthes eindringen.

Sowohl der Aquæductus cochleæ als der Aquæductus vestibuli verloren, wie bekannt, für eine lange Zeit die anatomische sowohl als physiologische Dignität, welche ihnen durch Cotugno zu Theil geworden war. Wir werden indessen hier nicht diese negativen Phasen ihrer Geschichte durchgehen, da sie schon mehrmals bei anderen Verfassern dargestellt sind. Hier soll nur hervorgehoben werden, dass man sie im Allgemeinen nur für solide Fortsetzungen der Dura mater nach der Beinhaut des Labyrinths zu, gehalten hat; höchstens sah man sie als Führer von Blutgefässen an.

Endlich entdeckte nun Boettcher von Neuem, dass der knöcherne Aquæductus vestibuli einen membranösen Canal enthielt, welcher mit einem Epithel bekleidet war und nach dem Innerohr zu in zwei Zweige getheilt mit dem Vestibulum membranaceum in Verbindung stand, nach der Schädelhöhle zu aber in einen in der Dura befindlichen geschlossenen Sack, eben den früher von Cotugno entdeckten, sich öffnete. Boettcher machte seine Untersuchungen an Katzen, sowohl Embryonen als erwachsenen, sowie auch bei Schafembryonen. Bei der erwachsenen Katze stellt der nach hinten gerichtete Fundus des Aquæductus vestibuli einen weiten Sack dar, der sich zum Theil noch längs des Sinus petrosus inferior hinzieht, von diesem nur durch eine dünne fibröse Scheidewand getrennt. Wo derselbe von der Dura mater ganz umfasst wird, besteht seine Wand aus einer glatten Epitheliallage; wo er sich jedoch gegen den Knochen trichterförmig verengt, ist die Wandfläche dicht mit gegen das Lumen prominirenden capillaren Gefässträubchen besetzt, so dass sie eine ganz villöse Beschaffenheit zeigt. Von dem Hauptstamm des Canals innerhalb des Knochens zweigen sich feine, blinde, epitheliale Canäle als Nebenäste ab. Nach Boettcher lässt der Bau des Aquæductus vestibuli voraussetzen, dass eine lebhafte Absonderung von Endolymphe in ihm stattfinde und dem Vorhofssäckchen zufliesse. Boettcher hat zuerst auf die Identität des Recessus labyrinthi mit dem Aquæductus vestibuli aufmerksam gemacht und die Ansicht, dass derselbe einer regressiven Metamorphose ausgesetzt sei, mit Erfolg bekämpft. Beim erwachsenen Menschen scheint er ihn indessen nicht beschrieben zu haben.

Bei seinen Injectionen vom Arachnoidalraum (Subduralraum) aus fand Schwalbe [2]), dass dieser Raum eben durch den Porus acusticus mit dem perilymphatischen Raum des Gehörlabyrinths in Zusammenhang steht.

Um die Angaben Schwalbes über den Zusammenhang des Arachnoidalraums (Subduralraums) mit dem perilymphatischen Raum des Hörlabyrinthes zu prüfen, machte Fr. E. Weber [3]) von jenem Raum aus eine Reihe von Injectionen am Menschen und an Thieren. Durchgehends an allen Präparaten, sowohl denen von Thieren wie vom Menschen, war die Flüssigkeit in die Schnecke gedrungen, durchschnittlich bis in die zweite Windung; im Vorhof und in den halbzirkelförmigen Canälen fand sich nie blaue Färbung. Durch den Porus acusticus war die Flüssigkeit nicht ins Labyrinth gelangt; sie begleitete zwar den Nerven bis in die Lamina cribrosa, ging aber nicht durch diese. Dagegen war der Aquæductus cochleæ in seiner ganzen Länge blau gefärbt, und konnte man darin einen intensiv tingirten, centralen Canal erkennen. Das Blau folgte hier im lockeren Bindegewebe Bahnen, welche ihrer Zeichnung gemäss mit denen sonst als Lymphräume bezeichneten übereinkamen. Der Aquæductus cochleæ bildet also nach ihm die Verbindung des perilymphatischen Raumes mit dem Arachnoidalraum.

Bei unseren Injectionen der serösen Räume des Gehirns sahen wir [4]) die Flüssigkeit mit dem Nervus acusticus ins Labyrinth eindringen, aber nicht nur vom Subduralraum, sondern auch von den Subarachnoidalräumen aus. Wir verfolgten dabei die Injection im Anfang der Ausbreitung des Nerven im Labyrinth.

Quincke [5]) fand bei subarachnoidalen Injectionen an lebenden Thieren das von der Cerebrospinalflüssigkeit herumgeführte Zinnober, unter fünf darauf untersuchten, einmal im Labyrinth wieder, und zwar in der Scala tympani der Schnecke.

Auch Michel [6]) sah vom Subduralraum des Gehirns aus das Labyrinth injicirt werden.

Es ist ein besonderes Verdienst Hasses [7]) den Aquæductus vestibuli und Aquæductus cochleæ oder, wie er die beiden membranösen Canäle besser nennt, den *Ductus endolymphaticus* und *perilymphaticus* durch die verschiedenen Wirbelthierclassen, von den Fischen an bis zum höchsten Säugethier, verfolgt, resp. entdeckt, sowie die betreffenden

---

[1]) Ueber den Aquæductus vestibuli bei Katzen und Menschen. Archiv f. Anat. und Physiol. 1869. — Ueber Entwickelung und Bau des Gehörlabyrinths. 1 Theil. Dresden 1869.

[2]) S. o. S. 36. [3]) S. o. S. 36. [4]) S. o. S. 39. [5]) S. o. S. 49. [6]) S. o. S. 51.

[7]) Anatomische Studien. 4 Heft. Leipzig 1873.

Angaben anderer Verfasser zusammengestellt und richtig gedeutet zu haben. Betreffs des ersteren, des Ductus endolymphaticus gelang es ihm in dieser Weise, alle die mannigfaltigen Formverhältnisse auf eine einfache Grundform, »eine blind geschlossene, an dem Ende sackartig erweiterte und aus dem Cavum endolymphaticum entstehende Röhre zurückzuführen, die mit ihrem bei den meisten Vertebraten geschlossenen Ende, dem Saccus endolymphaticus, in einem periostalen Raume der Schädelhöhle, an dem Cavum epicerebrale sich findet, oder sich, wie bei den Vögeln und wahrscheinlich auch den Säugern und Menschen, in demselben oder dem Cavum subarachnoidale öffnet, oder, wie bei den Plagiostomen, in einen periostalen Raum an der Schädeloberfläche hineinragt». Von Säugethieren hat er Rind und Schwein untersucht, deren Gehörkapsel sich eben im Beginn der Verknöcherung befand. Bei den Rindsembryonen sah er den Ductus in die Schädelhöhle eintretend sackartig zum Saccus endolymphaticus anschwellen. Dieses oberhalb des Sinus petrosus inferior befindliche, aber von demselben durch eine Scheidewand getrennte Bläschen liegt nicht frei in dem Raume zwischen Dura und Gehirnhülle, sondern an der Schädelhöhlenöffnung des knöchernen Aquæductus, von der Dura bedeckt, die mit dem Perioste des Ganges verschmilzt. Jedoch glaubt Hasse, dass hier, wie bei den Reptilien, diese Ueberlagerung nicht vollständig ist. Er hat nach den Untersuchungen an Schweine- und Rindsembryonen, deren Gehörkapsel noch knorpelig war, sowie an neugeborenen Menschen, Grund zur Annahme, dass durch eine feine Oeffnung der Dura ein feiner, trichterförmig sich ausbreitender Fortsatz des an der Apertura aquæductus vestibuli gelegenen Saccus hindurchtritt, mit der Arachnoidea verschmilzt und dass somit, wie bei den Vögeln, eine Communication zwischen dem Cavum endolymphaticum und dem äusseren Cavum epicerebrale (subarachnoidale) im Gegensatz zum inneren zwischen Pia und Gehirn zu Stande kommt, die viel ausgiebiger ist als bei den Vögeln, wo die trichterförmige Erweiterung (Saccus endolymphaticus) gänzlich innerhalb des von der Dura umgrenzten Schädelraumes liegt.

Hasse hat aber noch dazu, wie oben angegeben wurde, den Ductus perilymphaticus bei den verschiedenen Wirbelthierclassen näher verfolgt und ist dadurch zu folgenden Resultaten gelangt. Das Cavum perilymphaticum des Innerohres ist bei sämmtlichen Wirbelthieren in die Lymphbahn eingeschaltet und steht einerseits mit dem Cavum subarachnoidale durch die Foramina acustica und dann indirect mit peripherischen Lymphbahnen, die mit den grossen Nervenstämmen aus ihm heraustreten, durch Hülfe eines im knöchernen Aquæductus cochleæ befindlichen Ductus perilymphaticus sowie durch einen Saccus perilymphaticus in Verbindung. Nach Untersuchungen an Säugerembryonen glaubt nämlich Hasse behaupten zu dürfen, »dass sowohl den Säugern als den Menschen und nicht nur im embryonalen, sondern auch im erwachsenen Zustande ein Ductus perilymphaticus und ein Saccus, der sich einmal mit dem Cavum subarachnoidale, dem äusseren epicerebralen Raume nach Spaltung der Gehirnhülle in Pia und Arachnoidea, verbindet und zweitens peripherisch in ein Lymphgefäss übergeht, zukommt». In dem Laufe der Entwicklung wird indessen die Abflussröhre immer enger. Dieser Abflussweg der Perilymphe ist nun, wie eben angedeutet wurde, nicht der einzige, und wohl bei erwachsenen Säugern und Menschen, wie auch bei den Vögeln mit geschlossenem Foramen cochleare nicht einmal der Hauptweg. Die trichterförmige Fortsetzung der Arachnoidea in den Meatus auditorius internus ist wohl ein Weg, vielleicht der Hauptweg, für den Abfluss der Perilymphe, und dieser Weg existirt auch bei den übrigen Thieren.

Anatomische Beschreibung.

Da wir schon bei unserer ersten Reihe von Injectionen an Hunden und Kaninchen von den Subarachnoidalräumen sowie vom Subduralraum aus die Injectionsmasse, sei es dass sie aus löslichem Berlinerblau, aus der Richardsonschen Flüssigkeit, oder aus Zinnoberemulsion (resp. Zinnoberleim) bestand, oft im Labyrinthe des Ohres wiederfanden, suchten wir sogleich die Wege zu erörtern, auf welchen sie dorthin gelangt sei. Immer sahen wir, dass sie den Nervus acusticus durch den Meatus acusticus internus begleitet hatte. Wenn die Injection vom Sub-

duralraum aus stattgefunden hatte, lag die Masse zwischen der Dural- und der Arachnoidalscheide des Nerven; wenn sie aber von den Subarachnoidalräumen geschah, fand man sie innerhalb der betreff. Arachnoidalscheide wieder, welche letztere dadurch oft ziemlich stark ausgespannt war; wenn wir eine Doppelinjection von den beiden verschiedenen Räumen her ausgeführt hatten, lag die Masse in den betreff. beiden Scheidenräumen des Nerven. Sie war bei diesen verschiedenen Injectionen fast immer zum Boden des Meatus internus fortgedrungen. Nun sahen wir ferner bei Verfolgung der Injection durch die Lamina cribrosa, dass sie wirklich in einigen Fällen durch diese sich fortgesetzt und eine Strecke weiter die Nervenzweige in der Lamina spiralis scheidenförmig begleitet hatte.

Es lag deswegen nahe anzunehmen, dass sie eben auf diesem Wege ins Labyrinth eingetreten sei, um so mehr als wir bei näherer Untersuchung keine andere von Injectionsflüssigkeit gefüllte, zum Innerohr führende Bahnen finden konnten. Indessen gelang es uns nicht, einen directen Zusammenhang der die Nervenzweige umgebenden Scheidenräume mit dem serösen Raum des Labyrinths, wo die Injectionsmasse sich wiederfand, zu beobachten. Es blieb deswegen hier immerfort ein Zweifel übrig. Der eben erwähnte seröse Raum, in welchem die Injectionsmasse lag, war stets der perilymphatische Raum; in den meisten Fällen befand sich dabei die Masse an den Wänden der Scalæ, besonders d. Scala tympani, abgelagert; nur mehr selten und zwar spurweise sahen wir sie auch in der Umgebung des Vestibulum und der Bogengänge.

Bei unseren seither fortgesetzten Injectionen an Thieren erhielten wir der Hauptsache nach ganz übereinstimmende Resultate. Dabei wurde es uns indessen zweifelhafter, ob wenigstens in der Regel die Masse mit den Acusticuszweigen durch die Lamina cribrosa in den perilymphatischen Raum eintrete. In den ziemlich seltenen Fällen, wo sie diesen Zweigen folgte, schien sie uns immer von deren Scheiden begrenzt in der Lamina spiralis geblieben. Wir mussten deswegen nach anderen Bahnen suchen. Dabei boten sich eigentlich nur zwei dar, welche diese Rolle ausführen könnten, nämlich der Aquæductus vestibuli und der Aquæductus cochleæ. Diese beiden waren ja schon von Cotugno als »Wasserleitungen» des Innerohres bezeichnet worden und sogar als solche experimentel dargelegt. Wir versuchten deswegen zuerst den Aquæductus vestibuli in der betreff. Hinsicht zu verfolgen, und dies sogar beim Menschen. Hier mag indessen erwähnt werden, dass es uns eben beim Menschen nicht gelungen war, bei den Injectionen von den Subdural- resp. Subarachnoidalräumen aus die Injectionsmasse im perilymphatischen Raume wiederzufinden; diese Thatsache wird aber leicht dadurch erklärt, dass man nie hinreichend frische Menschenleichen zu solchen Injectionen bekommt. Die Masse begleitete indessen auch beim Menschen immer die beiden Acustici bis zur Lamina cribrosa, ganz in derselben Weise wie bei den erwähnten Thieren (Hund, Kaninchen); durch diese Lamina sahen wir sie aber bei ihm nie eingedrungen. Es kam deswegen darauf an, andere Methoden zu versuchen.

Merkwürdigerweise hat, ungeachtet der Hinweisung Boettchers auf das Vorkommen des membranösen Aquæductus vestibuli bei Katzen und Rindern, seit Cotugno noch keine Darstellung desselben beim Menschen, wenigstens nicht beim erwachsenen, stattgefunden. Und doch ist derselbe in seinem cerebralen Theil hier stark entwickelt und gar leicht zu finden. Man bekommt ihn am bequemsten in der Weise zu Gesicht, dass man eine Pars petrosa mit ansitzender Dura ausnimmt und dann eben nach unten und etwas nach aussen vom Eingang des sog. Aquæductus vestibuli osseus einen ziemlich tiefen Schnitt in der Dura bis in die Nähe des Sinus lateralis macht; wenn man dabei tief genug in die Duraschichten gedrungen ist, erblickt man einen geöffneten Sack, welcher sich nach den Seiten hin eine Strecke fortsetzt. Macht man dann gegen den ersten Schnitt einen zweiten queren und hebt die also entstandenen vier Durazipfel auf, so liegt der ganze Sack geöffnet vor. Zwar hat er in verschiedenen Fällen eine etwas verschiedene Gestalt und Grösse, ja sogar bei demselben Individuum ist er an den beiden Seiten nicht selten von wechselnder Ausbildung; immer ist er aber an dieser Stelle vorhanden. Gewöhnlich ist er mehr oder weniger rectangulär oder rhomboidartig mit abgestumpften Ecken, also gewissermassen oval. In der Fig. 2, 3, 4 der Taf. XXXVI haben wir drei solche in der angegebenen Weise geöffnete Säcke vom erwachsenen Menschen abgebildet, von welchen zwei demselben Individuum angehörten. Mit dem einen Ende reicht der Sack immer bis zur Oeffnung des knöchernen Aquæductus vestibuli, mit dem anderen ungefähr bis zur Wand des oben erwähnten Sinus. Die Grösse wechselt ungefähr zwischen 7—11 Mm. Länge und 4—7 Mm. Breite; im Mittel beträgt die Länge etwa 8 Mm. Der Raum des Sacks ist eigentlich als spaltenförmig zu betrachten, d. h. er wird von zwei Wänden begrenzt, die rings um in einem sehr spitzen Winkel in einander übergehen. Beide diese Wände werden von der Dura gebildet; die, welche dem Knochen anliegt und ihm fest anhaftet, ist in der Regel ein wenig, wenn auch unbedeutend dünner als die andere, dem Subduralraum zugerichtete. Nach innen zu sind diese Wände im Allgemeinen ganz glatt und eben, ohne Falten oder Auswüchse, so dass sie am Querschnitt geradlinig erscheinen. Ihre Oberflächen sind etwas

glänzend, wie mit einer Flüssigkeit befeuchtet. Bei näherer Untersuchung findet man sie mit einem Epithel von ziemlich niedrigen polygonalen Zellen überzogen (Taf. XXXVI Fig. 7), welches in einfacher Lage die beiden Wände überall bekleidet. Am Querschnitt der ganzen Durapartie tritt dieses Epithel sehr schön hervor, wobei man es unmittelbar auf dem Bindegewebe der Dura sitzend findet. Durch Silberfärbung erhält man seine Zellengrenzen in grosser Ausdehnung immer stark markirt (Taf. XXXVI Fig. 6). Keine andere histologische Elemente, als die oben erwähnten, waren hier zu finden. In dem spaltenförmigen Sackraum findet man in der Regel nur eine geringe Menge einer klaren Flüssigkeit. Nur ein Mal trafen wir bei einer Leiche den Sack der einen Seite von einer grösseren Menge Flüssigkeit stark ausgespannt, und zwar so, dass man schon äusserlich bei Besichtigung der Dura hier eine rundliche Anschwellung sah; beim Anstechen derselben siekerte die Flüssigkeit schnell heraus.

Diese nun beschriebene Bildung stimmt mit der von Cotugno zuerst endeckten sowohl der Lage als der Gestalt nach fast ganz überein, obwohl sie seither, wie es scheint, beim erwachsenen Menschen vollständig vergessen wurde. Auch mit der von Boettcher bei Thieren geschilderten ist sie offenbar identisch. Beim neugeborenen Menschen haben wir diesen Sack auch verfolgt und immer gefunden. In der Taf. XXXVI Fig. 5 ist ein solcher abgebildet.

Wie verhält sich nun dieser Sack zu den umgebenden Organen oder, richtiger ausgedrückt, steht er mit denselben in etwaiger directer Verbindung? Es gelingt ohne Schwierigkeit sich davon zu überzeugen, dass das Epithel des Sackes durch die Oeffnung des knöchernen Aquæductus vestibuli in die Pars petrosa hinein als ein enges Epithelialrohr sich fortsetzt. Am Anfang des Rohres sieht man hie und da kleine, zottenartige Falten, von welchen Boettcher spricht; sonst ist das Epithelialrohr von einer blutgefässführenden, bindegewebigen Hülle umgeben. Das Epithel, in einfacher Lage vorhanden, entspricht vollständig dem des oben beschriebenen Sackes; es stimmt aber zugleich mit dem des Vestibulum und der Bogengänge überein. Dass wirklich der fragliche Gang mit dem häutigen Labyrinth zusammenhängt hat ja auch Boettcher und in späterer Zeit Carl in überzeugender Weise gezeigt. Es liegt deswegen kein Zweifel mehr vor, dass hier ein wirklicher »Aquæductus vestibuli membranaceus» oder, wie Hasse ihn besser bezeichnet, ein Ductus endolymphaticus vorliegt, welcher mit einem intracraniellen, in der Dura mater eingeschlossenen Saccus endolymphaticus versehen ist. Es scheint uns von Interesse zu sein, dass diese beiden Bildungen beim Menschen das ganze Leben hindurch fortbestehen. Man kann sie deswegen nicht gern als nur embryonale Rudimentärbildungen betrachten. Wie verhält sich aber nun dieser endolymphatische Gang mit seinem Sack zu den im Schädelraum liegenden Theilen? Steht der Sack, wie Cotugno glaubte, durch kleine »inhalirende» Gefässe mit dem Venensysteme in Verbindung oder öffnet er sich, wie Hasse für die höheren Thiere vermuthet, in den serösen (epicerebralen, subarachnoidalen) Raum des Gehirns? Um diese wichtige Frage zu entscheiden haben wir Injectionen im Sack ausgeführt. Im Allgemeinen ist es ziemlich schwer mit einer Stichcanüle in den Sack einzudringen. Man ist selten ganz sicher, ob dieselbe schon den Sack erreicht hat oder ob sie noch zwischen den Lamellen der Dura geblieben ist. Im letzteren Falle werden die Venen des Duragewebes, ebenso wie das Spaltensystem desselben, wie gewöhnlich mehr oder weniger reichlich gefüllt, und der endolymphatische Sack wird leer gefunden. In den Fällen aber, wenn die Canüle bis in den Sack selbst eingedrungen war, blähte dieser sich blasenförmig auf und keine Flüssigkeit drang bei mässigem Druck aus ihm in die Dura, noch weniger in den Subdural-, resp. Subarachnoidalraum hinaus. Erst bei starkem Druck drang sie auch in diesen Fällen vom Sack ins Duragewebe ein, dabei das Spaltensystem und die kleinen Blutgefässe mehr oder weniger erfüllend; hier mag eine Sprengung des Gewebes eingetreten sein. Nach Allem scheint es uns deswegen im höchsten Grade wahrscheinlich, dass beim Menschen der Sack wirklich gegen den Schädelraum hin abgeschlossen ist und weder mit den serösen Räumen des Gehirns, noch mit den Blut- oder Lymphgefässen (resp. Spaltensystem d. Dura) in offener Verbindung steht. Ebensowenig sahen wir eine Beziehung desselben zur Arachnoidea.

Bei diesen Injectionen drang die Flüssigkeit zwar nicht ins Vestibulum hinein; dies kann aber davon abhängen, dass die Oeffnung des Canals in etwaiger Weise abgesperrt wurde. Ebensowenig gelang es uns mittelst Einstich durch die Fenestra ovalis den Sack zu füllen; wir wollen indessen daraus keine Resultate ziehen, da dies eben auf Zufälligkeiten beruhen mag.

Durch diese Untersuchungen gelangten wir also zu der Ansicht, dass die Injectionsflüssigkeit von den serösen Räumen des Gehirns aus nicht durch den Aquæductus vestibuli (Ductus endolymphaticus) ins Innerohr eindringen kann.

Es blieb uns also übrig des Aquæductus cochleæ zu gedenken. Leider sind eben in dieser Hinsicht unsere Untersuchungen nicht abgeschlossen, und wir mussten wegen der übrigen, dringenden Arbeiten an unserem vorliegenden

Werke diese Frage bis auf Weiteres, was auf uns ankommt, unentschieden lassen. Die Angaben WEBERS tragen indessen in der That viel Wahrscheinliches an sich. Besonders spricht für diese Ansicht der Umstand, dass die Injectionsmasse gewöhnlich grösstentheils, oft sogar ganz, in der Scala tympani angesammelt gefunden wird; nicht selten sieht man sie eben in der Nähe der Fenestra rotunda liegen, also eben beim Eintritt des Aquæductus cochleæ in den perilymphatischen Raum. Einigemal fanden wir bei den von den serösen Räumen aus injicirten Hunden wirklich einen feinen, von der Injectionsflüssigkeit tingirten Streifen den Knochen durchziehen und glaubten denselhen bis zum Eintritt in die Scala tympani neben der Fenestra rotunda verfolgen zu können; bei der Schwierigkeit, den harten Knochen nach Belieben zu bearbeiten, wurde aber das Resultat verwischt. Ebenso gelang es uns mehrmals, besonders nach Subduralinjectionen, die Injectionsmasse im Anfang des Aquæductus cochleæ, sogar beim Menschen, zu verfolgen; nie sahen wir aber mit etwaiger Sicherheit, dass sich dieselbe von hier aus bis in den perilymphatischen Raum fortsetzte. Bei Stichinjectionen durch die Fenestra rotunda füllte sich zwar überall der perilymphatische Raum; einen Ablauf der Flüssigkeit durch den Aquæductus cochleæ gelang es uns aber nicht zu constatiren. Durch Silberfärbung des im Aquæductus cochleæ eingeschlossenen Gewebes erhielten wir keine Zellengrenzenzeichnung. Darauf mag man doch Nichts bauen, da ebenso bei Versilberung der Wände des eigentlichen perilymphatischen Raums des Labyrinths in der Regel keine Zellengrenzen hervortreten. Und doch findet sich hier überall ein sehr schönes Endothel mit reichlichen, von einer kleinen Protoplasmazone umgebenen Kernen. Es bekleidet sowohl die äussere Wand des membranösen Labyrinths als die den Raum überspringenden, verzweigten Balken (Taf. XXXVI Fig. 9) sowie die äussere, periostale Wand des perilymphatischen Raums (Taf. XXXVI Fig. 8). Dieses Endothel, welches oft in den Arbeiten über das Innerohr eine Rolle gespielt hat und bald als unzweifelhaft vorhanden beschrieben, bald wieder verneint wurde, bietet ein gutes Beispiel von solchen feinen mit Häutchenzellen bekleideten Balken und Membranen dar, welche wir oben schon ausführlich bei den serösen Räumen der Centralorgane geschildert haben. Die Balken gehen bald mehr zahlreich, bald mehr vereinzelt von der membranösen Wand des Vestibulum und der Bogengänge, besonders der letzteren aus, um sich an der äusseren periostalen Bekleidung des perilymphatischen Raumes zu befestigen. Bei ihrer Verzweigung breiten sie sich oft zu grösseren oder kleineren Platten aus (Taf. XXXVI Fig. 9), welche dann mehrere Ausläufer nach verschiedenen Richtungen aussenden. Oft finden sich in ihnen Blutgefässe. Das die Balken bekleidende Endothel zeichnet sich dadurch aus, dass seine Kerne sehr gedrängt liegen; die einzelnen Zellen müssen deswegen verhältnissmässig klein sein. Gewöhnlich findet man in diesem Endothel eine Menge von zerstreut liegenden bräunlichgelben Pigmentkörnern.

Obwohl wir also betreffs des Weges der Verbindung des perilymphatischen Raums mit den serösen Räumen des Gehirns es für sehr wahrscheinlich halten, dass die Ansicht WEBERS richtig ist, wollen wir indessen uns in dieser Hinsicht nur mit Vorbehalt aussprechen, da unsere, bis jetzt nicht beendigten Untersuchungen ganz Positives nicht ergaben. So viel scheint aber nach unseren Befunden festzustehen, dass der perilymphatische Raum des Labyrinths sowohl vom Subduralraum als von den Subarachnoidalräumen aus injicirt werden kann, und also mit ihnen in offener Verbindung steht.

Die Lymph- und Saftbahnen der Nasenschleimhaut in ihrer Verbindung mit den serösen Räumen der nervösen Centralorgane.

Historischer Rückblick.

Nachdem schon die älteren Anatomen die hypothetische Lehre von einem Abfluss der Flüssigkeiten des Gehirns nach der Nasenhöhle und dem Gaumen zu gehegt hatten, wurde in der letzten Zeit ein solcher Abfluss, obwohl in einem anderen Sinne, und zunächst nur nach den Lymphgefässen der Nasenschleimhaut zu, experimentel dargelegt. Es gelang SCHWALBE durch Injectionen vom Subduralraum des Gehirns aus Lymphgefässe in der Geruchschleimhaut zu füllen. Bei unseren Injectionen von den subarachnoidalen Räumen des Rückenmarks und Gehirns aus erhielten wir dann Füllung scheidenartiger (perineuraler) Hüllen der Nerven der Geruchschleimhaut und daneben zwischen diesen Zweigen ein Gefässnetz, welches von den Blutgefässen getrennt und mit Lymphgefässen ganz übereinstimmend war. Aehnliche Verhältnisse traten ferner ein, wenn wir die Injection vom Subduralraum des Gehirns und Rückenmarks ausführten. Auch MICHEL erhielt bei Injection des Subduralraums des Gehirns Füllung der Lymphgefässe der Geruchschleimhaut.

Histologische Beschreibung.

Unsere in den letzteren Jahren fortgesetzte Untersuchungen haben nicht nur die eben erwähnten Befunde bestätigt, sondern dieselben sogar in beachtenswerther Weise erweitert. Da die subarachnoidalen Injectionen eigentlich vom Anfang an den Ausgangspunkt unserer Untersuchungen bildeten, werden wir zuerst über die Resultate derselben berichten.

Wenn wir eine gefärbte Flüssigkeit, gewöhnlich das Richardsonsche Blau, unter gelindem constantem Druck nach der oben beschriebenen, von uns im Allgemeinen angewandten Methode in den Subarachnoidalraum eines eben getödteten Thieres (Hundes oder Kaninchen) hineinfliessen liessen, wurden, bei Untersuchung der Nasenschleimhaut, Canäle und Gefässnetze in derselben in verschiedener Ausdehnung damit gefüllt gefunden. Erstens fanden sich langgestreckte, mehr oder weniger parallele und gerade, indessen im Ganzen von der Lamina cribrosa strahlenförmig ausgehende, cylindrische Injectionstuben (Taf. XXXVII Fig. 1); bei näherer Untersuchung erwies sich, dass diese Injection die von der Lamina ausstrahlenden Zweige des N. olfactorius betraf; es war in der That eine schöne scheidenartige Injection dieser Nervenzweige vorhanden. Bald war diese Injection sehr vollständig, indem eine grosse Anzahl der fraglichen Nervenzweige von der Injectionsmasse umhüllt war, bald befand sich nur eine geringere Anzahl

derselben injicirt. Besonders oft fanden wir eine reichliche derartige Injection beim Kaninchen. Betreffs des Weges, auf welchem die Injection stattgefunden hatte, konnte man im Allgemeinen ohne Schwierigkeit dieselbe durch die Lamina cribrosa hindurch verfolgen; es lag hier mithin eine perineurale Injection peripherischer Nerven vor, von ungefähr derselben Art, wie wir sie an anderen peripherischen Nerven von den serösen Räumen der Centralorgane aus beschrieben haben. Zuweilen war nun diese Injection der Nervenzweige die einzige in der Nasenschleimhaut vorkommende. Gewöhnlich fand sich aber bei diesen Versuchen noch eine andere Art von Injection, nämlich ein Netz feinerer, in verschiedenen Richtungen verlaufender und mannigfach anastomosirender Gänge. Dieses Netz (Taf. XXXVII Fig. 1), welches sich besonders in der Nähe der Lamina cribrosa befand und deutlicherweise von ihr ausstrahlte, durchwebte die Schleimhaut, kleinere und grössere, im Allgemeinen etwas längliche Maschen bildend, die vorzugsweise zwischen den Nervenzweigen, ihnen parallel, lagen, aber auch dieselben mannigfach kreuzten. Hie und da fanden sich dickere Knotenpunkte an demselben. Oft war das Netz aber nicht auf die Umgebung der Lamina cribrosa beschränkt, sondern es erstreckte sich weit in der Membrana olfactoria umher und ferner auch in der übrigen Nasenschleimhaut; nicht selten war es in der Schleimhaut der Conchæ und auch bis zur äusseren Nasenöffnung hervorgedrungen; oft fand sich auch in der Schleimhaut der Sinus frontales eine reichliche Injection von Gefässen (Taf. XXXVII Fig. 2), welche offenbar mit den fraglichen Netzen der Regio olfactoria in Verbindung standen. In diesen Regionen zeigte sich die Gestalt der Maschen im Allgemeinen verschiedenartig; die längliche war jetzt nicht mehr hervortretend, sondern sie waren kürzer, wozu noch die knoten- oder ampullenartigen Erweiterungen gewöhnlich ausgeprägt waren. Schon durch ihre Gestalt erwies sich zwar im Allgemeinen das beschriebene Netz als zu dem Lymphgefäss-system gehörig, und oft erhielten wir sogar Bilder, welche auf die schönste Weise die verschiedenen characteristischen Gestalten von Lymphgefässen gaben; hie und da trug es indessen ein Aussehen, das möglicherweise auf ein Venennetz hindeuten konnte. Um diese Frage endgültig zu entscheiden injicirten wir an solchen in der angegebenen Weise behandelten Thieren die Blutgefässe des Kopfes und gelangten dadurch zur Gewissheit, dass die vom Subarachnoidalraum aus injicirten Gefässe von den Blutgefässen ganz abgesondert waren. Bei vollständiger Füllung der Blutgefässe der Nasenschleimhaut, Arterien, Capillaren und Venen (Taf. XXXVII Fig. 3), befand sich das vom Subarachnoidalraum injicirte Netz mit seinen knotigen Anschwellungen ganz unabhängig davon in den Maschen der Blutgefässe, wozu noch seine grösseren Stämme im Allgemeinen den Venen folgten. Zwischen den Maschen der Blutgefässe schlangen die oft feinen, verschiedenartig gestalteten im Allgemeinen sehr zahlreichen Maschen des fraglichen Netzes, die Blutgefässe in mannigfacher Weise umspinnend und das zwischen ihnen liegende Gewebe durchflechtend. Nach diesem Befunde konnten wohl die eben beschriebenen Netze nichts Anders sein als lymphatischer Art. Wir fanden, dass dieselben sich zu Stämmen sammelten, welche nach dem Gaumen zu verliefen und dort in wirkliche Lymphdrüsen des Halses sich einsenkten (Taf. XXXVII Fig. 4). Es konnte also kein Zweifel mehr über ihre Natur vorhanden sein. Es lagen in der That die Lymphgefässe der Nasenschleimhaut vor. Auf welchen Wegen geschieht nun aber die Injection dieser Gefässe von den Subarachnoidalräumen aus? Dass sie durch die Lamina cribrosa hindurch stattfindet, ist eben durch ihre Ausbreitung von ihr aus, besonders bei geringerer Füllung, deutlich. Indessen könnte sie entweder durch Vermittelung der erwähnten perineuralen Injection der Nervenzweige oder auch unabhängig von ihr durch selbstständige Ausflüsse geschehen, oder endlich sie könnte auf beiderlei Weise zu Stande kommen. Oft kommen wie erwähnt beide Arten der Injection gleichzeitig vor; nie sahen wir aber dabei das die Nerven umspinnende Netz direct von den perineuralen Scheiden ausgehen. Dass die Lymphgefässe ganz unabhängig von der perineuralen Injection injicirt werden können, wird indessen am besten dadurch bewiesen, dass sie sogar reichlich gefüllt werden können ohne jede Füllung der perineuralen Nervenscheiden, ganz wie diese ohne Füllung der Lymphgefässe injicirt sein können. Die Lymphgefässe müssen wohl also wenigstens grösstentheils in selbstständiger Verbindung mit den fraglichen serösen Räumen stehen. Bei näherer Untersuchung der Lamina cribrosa solcher in der angegebenen Weise injicirten Thiere sahen wir nun, wie es uns schien, unabhängig von den Nervencanälchen andere feine Canäle, in welche die Hirnhäute dünne Fortsätze einsenkten. Es liegt also sehr nahe anzunehmen, dass eben hier die Verbindungs- resp. Abflusswege der subarachnoidalen Flüssigkeit nach den Lymphgefässen der Nasenschleimhaut hin vorliegen.

Es mag hier bemerkt werden, dass bei einzelnen der betreffenden Versuche auch die Venen der Nasenschleimhaut injicirt wurden. In solchen Fällen war nämlich eine Füllung derselben von den venösen Sinus der Dura mater durch Vermittelung der Arachnoidalzotten eingetreten. Dabei enthielten oft auch die Venen des Gesichts und sogar die des Halses mehr oder weniger der Injectionsmasse.

Nachdem wir dann leichtflüssigere Massen, besonders die auf dem Ludwig'schen Laboratorium neulich eingeführte ausgezeichnete Asphalt-Chloroformmasse [1]), anwandten, erhielten wir bei entsprechender Injection von dem Subarachnoidalraum des Rückenmarks aus die soeben beschriebene Füllung der Lymphgefässnetze der Nasenschleimhaut (Taf. XXXVIII Fig. 1) in der schönsten und reichlichsten Weise ebenso wie in grosser Ausdehnung in dem Sinus und im Gaumen. Die Injection blieb aber in der Regel bei unseren betreffenden Versuchen hier nicht stehen, sondern sie drang merkwürdigerweise auch an vielen Stellen von den Lymphgefässen in feine Netze aus, welche sich im Gewebe der Schleimhaut in verschiedenen Richtungen ausbreiteten (Taf. XXXVIII Fig. 2). Diese Netze, deren einzelne Maschen gewöhnlich sehr kurz und dicht gedrängt sind, gehen hie und da mit kurzen, in der Regel schmalen Stielen von den Lymphgefäss-stämmchen aus und verzweigen sich in mannigfacher Weise, bald baumförmig, bald wiederholt dichotomisch, bald nach vielen Richtungen hin, wobei sich die Zweigchen oft wieder vereinigen, um dann neue Zweigchen abzugeben. Die einzelnen Zweigchen sind in der Regel etwas ampullenartig oder knotenförmig angeschwellt, oft etwas geplattet. Diese kleinen Netze nehmen im Allgemeinen die Räume zwischen den Lymphgefässmaschen ein, hie und da erstrecken sie sich aber auch über denselben hervor. Da in der Regel Schleimdrüsen in den Maschenräumen der Lymphgefässe stehen, schlingen sich die beschriebenen feineren Injectionsnetze verschiedenartig zwischen und um die Drüsen. Welcher Art sind nun diese Netze? Dass sie nicht eigentliche Lymphgefässe darstellen, geht schon aus ihrer Gestalt und übrigen Beschaffenheit hervor. Sie können in der That nichts Anderes sein, als die Saftbahnen der Nasenschleimhaut, wie wir mit einem generellen Namen die Saftcanälchen, Spaltenräume oder Saftspalten nennen werden. Darauf weist ihre ganze Natur hin. Es liegt also hier ein neues eclatantes Beispiel der wichtigen Thatsache vor, dass sich die Saftbahnen (Saftcanälchen) einer Schleimhaut in directer Verbindung mit und von den Lymphgefässen aus gefüllt haben. Bekanntlich hat Christian Lovén [2]) in neuerer Zeit in der Magenschleimhaut durch Stichinjection eine Füllung der Saftbahnen von den Lymphgefässen aus erhalten und beschrieben, und dadurch einen neuen Beweis für die besonders von Ludwig und Recklinghausen vertretene Lehre vom Zusammenhang der Spaltenräume (resp. Saftcanälchen) der Gewebe mit den Lymphgefässen geliefert. Bei unseren Injectionen liegt nun ein derartiger Beweis in der schönsten Weise vor. Bei dem gelinden Druck, welche die Flüssigkeit in unseren Injectionen vom Subarachnoidalraum des Rückenmarks aus erleidet, füllt sich in reichlicher Ausdehnung und durch eine grosse Menge von Abflusswegen von den Lymphgefässen der Nasenschleimhaut aus ein mächtiges Saftbahnsystem, welches das Gewebe der Schleimhaut in mancherlei Richtungen durchspinnt. In ganz derselben Weise verhielt sich aber die Injection auch in der Schleimhaut der Sinus frontales. Auch hier füllte sich von den Lymphgefässen aus ein reichliches Saftbahnsystem (Taf. XXXIX Fig. 3, 4).

Diese Thatsachen waren nun schon an der flächenhaft ausgebreiteten, unversehrten, nur vom Knochen oder Knorpel vorsichtig abgelösten Schleimhaut zu finden. Da es aber von Wichtigkeit sein konnte, auch an Verticalschnitten der Nasenschleimhaut die Anordnung der Lymphgefässe und Saftbahnen zu studiren, haben wir derartig injicirte Schleimhautstücke in Gummiglycerin getrocknet und dann dünne Schnitte in verschiedenen Richtungen gemacht. An den Verticalschnitten solcher Schleimhautstücke, welche Schnitte besonders einleuchtend waren, wenn sie quer gegen die Richtung der Nervenzweige geführt wurden, fanden wir nun im Allgemeinen durch die ganze Schleimhaut hindurch bis zum Epithel hinauf eine reichliche Injection der Saftbahnen (Taf. XXXVIII Fig. 3—5); sie bildeten Netze in der Nähe des Knochens, sie umspannen die Nervenzweige in der schönsten Weise; sie umstrickten die zahlreichen Drüsen der Schleimhaut und liefen in feiner und dichter Verzweigung im Bindegewebe (Taf. XXXVIII Fig. 8, 9) zwischen den Bündeln und den protoplasmatischen Zellennetzen bis zur Oberfläche der bindegewebigen Mucosa, wobei sie unter dem Epithel oft noch reichlichere Netze bildeten. An Flächenschnitten der Schleimhaut sieht man sehr schön zwischen den Blutgefässen, sowie zwischen den einzelnen Drüsen, die feine netzförmige Anordnung dieser Saftbahnen (Taf. XXXVIII Fig. 6, 7).

Zu unserem Erstaunen fanden wir aber nun an den Verticalschnitten der Schleimhaut, dass die Injectionsmasse nicht durch die Epithelschicht abgesperrt wurde, sondern dass sie im Gegentheil hie und da, in ziemlich bestimmten Abständen, durch kleine Canäle im Epithel bis zu dessen Oberfläche sich fortsetzte (Taf. XXXVIII Fig. 4, 5). Diese eigenthümlichen Canäle, welche bald aus einem reichlichen, bald aus einem spärlichen Saftbahnnetz unter dem Epithel, bald sogar nur aus einem einzelnen Stämmchen hervorgingen, stiegen im Allgemeinen gerade, nur mehr selten schief, zur Oberfläche hinauf; sie besassen eine etwas verschiedene Gestalt, waren oft bei ihrem Abgang etwas schmäler

[1]) S. b. Fleischl in d. Bericht über die Verhandl. d. k. sächs. Gesellsch. d. Wiss. zu Leipzig. Math. phys. Cl. (1874) I. II. 1875.
[2]) Nord. Med. Arkiv. Bd V N:r 26, 1873.

und erweiterten sich beim Verlauf durch das Epithel etwas ampullär, oder sie endeten mit einer kraterförmigen Verbreiterung an der Oberfläche. Da es wichtig war, das Verhältniss dieser Gänge zu den übrigen Gewebsbestandtheilen der Epithelschicht auszufinden, versuchten wir dasselbe, besonders mit Hinsicht auf die Begrenzung der Gänge, zu eruiren. Im Allgemeinen erwies sich nun, dass diese Gänge den Ausführgängen der Schleimhautdrüsen folgten, wobei sie dieselben entweder rings umgaben oder auch nur einseitig begleiteten. Eine besondere Wand derselben war natürlicherweise ebensowenig wie bei den Saftbahnen selbst vorhanden.

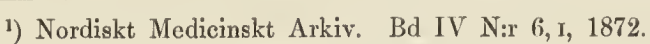
Bei der Untersuchung derartig injicirter Schleimhäute, von der Epithelfläche her, welches zum Vergleich von Interesse sein konnte, fanden wir, dass die injicirten Gänge als dunklere Punkte in ziemlich regelmässiger Anordnung an der Oberfläche distribuirt standen, sowie, dass von ihnen aus sich hie und da Injectionsmasse auf der Epitheloberfläche ausgebreitet hatte.

Wie bekannt hat vor einigen Jahren Hjalmar Heiberg [1]) gezeigt, dass in der Basalmembran zwischen dem Epithel und der Mucosa der Nasenschleimhaut eine Art durchlaufender Canäle vorhanden ist, welche ihm zufolge wahrscheinlich die Passage des Gewebssaftes nach aussen, zur Oberfläche der Schleimhaut, vermitteln. Die von ihm in dieser Hinsicht angestellten Injectionsversuche fielen indessen negativ aus. Bei unseren hier oben beschriebenen Injectionen drang die Flüssigkeit, wie erwähnt wurde, und so viel wir finden konnten, neben den Ausführgängen der Drüsen und um dieselben hinaus; an anderen Stellen der Schleimhaut und bei reichlicherer Füllung und stärkerem Druck dürften wohl wahrscheinlich die Heiberg'schen Canäle zu Ausströmungswegen des Gewebssaftes dienen.

Im Ganzen liegt aber nun auf Grund des oben Angeführten die merkwürdige Thatsache vor, dass bei einer unter gelindem Druck geschehenen Injection vom Subarachnoidalraum des Rückenmarks resp. Gehirns aus durch Vermittelung der Lymphgefässe der Geruchschleimhaut die Saftbahnen dieser Haut reichlich gefüllt werden und ferner, dass von diesen aus ein Abfluss durch besondere Canäle im Epithel auf der Oberfläche des letzteren stattfindet — also ein offener Zusammenhang der subarachnoidalen Räume der nervösen Centralorgane mit der Aussenwelt. Hierdurch wird mithin die hypothetische Lehre der Alten in einer sonderbaren Weise bestätigt, obwohl ihre Anschauungen betreffs dieser Frage in eine ganz andere Richtung ausgingen.

Alles was hier bis jetzt von uns über die Lymphgefässe und Saftbahnen der Nasenschleimhaut gesagt wurde, betraf nur die Injection von den subarachnoidalen Räumen aus. Bei der subduralen Injection sind indessen die Verhältnisse so vollständig übereinstimmend, dass es gar nicht nöthig ist, eine besondere Beschreibung davon zu geben. Also füllen sich in ganz derselben Weise sowohl die perineuralen Scheiden der Olfactoriuszweige als die Lymphgefässe der Schleimhaut; von den letzteren aus erhielten wir ebenso reichliche Injection der Saftbahnen, sowie von diesen aus die beschriebenen Abflussgänge durch das Epithel nach der Oberfläche, d. h. der Nasenhöhle, hin. Es füllen sich also bei den beiden Injectionsarten dieselben Gefäss-systeme, d. h. die beiden an den Centralorganen vorhandenen, abgetrennten Raumsysteme begegnen sich in der Nasenschleimhaut vollständig; sie haben hier wie anderswo z. B. an den Arachnoidalzotten, an den peripherischen Nerven, gemeinsame Abflusswege.

Die nun beschriebenen Untersuchungen über die Lymphgefässe und Saftbahnen der Geruchschleimhaut gelten indessen eigentlich die Thiere (Hund, Kaninchen); beim Menschen erhielten wir in unseren Injectionsversuchen nie eine Füllung der fraglichen Lymphgefässe, nur hie und da eine Füllung der perineuralen Scheiden der durch die Lamina cribrosa austretenden Olfactoriuszweige. Diese negativen Befunde können aber leicht davon abhängen, dass man nie ganz frische Leichen zum Injiciren erhält. Oder — was auch möglich sein kann — die mächtigere Ausbildung der Arachnoidalzotten spielt vielleicht eine compensirende Rolle, so dass beim Menschen dieser Abflussweg stärker entwickelt ist, bei den erwähnten Thieren aber in der Regel die Lymphbahnen der Nasenschleimhaut in dieser Beziehung wichtiger sind.



[1]) Nordiskt Medicinskt Arkiv. Bd IV N:r 6, I, 1872.



Verzeichniss der Tafeln.

Tafel I.

Häute des Rückenmarks beim Menschen.

Fig. 1. Das Rückenmark mit seinen umgebenden Häuten von der Medulla oblongata an bis zum Anfang der Cauda equina, in natürlicher Grösse. Durch diese Figur ist es beabsichtigt, die Dura und die Arachnoidea in ihrem gegenseitigen Verhältnisse zu einander und zum Rückenmark in dem Spinalcanal sowohl, als den Subdural- und den Subarachnoidalraum des Rückenmarks und ganz besonders das hintere Subarachnoidalspatium und die Anordnung des Subarachnoidalgewebes in demselben zu zeigen. Sowohl die Dura als die Arachnoidea sind längs dem ganzen Mark seitlich rechts, ein wenig hinter den Austrittsstellen der Nervenwurzeln, aufgeschnitten. Die hinteren Nervenwurzeln sind auch durchgeschnitten und die äusseren Enden derselben sind in Zusammenhang mit den Häuten rechts seitlich ein wenig nach vorwärts zurückgeschlagen. Die inneren grösstentheils im Subarachnoidalgewebe aufgehängten Theile der Nervenwurzeln sieht man in ihrem Zusammenhang mit dem Rückenmark und ebenso die Häute hinten (links an der Figur) zusammen mit dem Subarachnoidalgewebe in ziemlich natürlicher Lage liegend. Man sieht diese Theile sowohl als das Rückenmark und das Ligamentum denticulatum von der Seite rechts hinten. *a* Dura mater; *b* Arachnoidea. Zwischen diesen beiden Häuten sieht man hinten den Subduralraum, in dem Halstheil von reichlichen, zwischen den Häuten gehenden, kurzen, feinen Balken durchzogen. Ueberall und besonders in den unteren Theilen sieht man den Subduralraum grösser als normal; dies hängt davon ab, dass die Dura von der Arachnoidea ein wenig zurückgewichen ist. *c* Ligamentum denticulatum mit seinen zwischen den Austrittstellen der Nerven regelmässig auslaufenden und an der Dura sich ansetzenden Zacken; in dem Dorsaltheil, vorzugsweise in der mittleren Partie desselben, sieht man wie der freie Rand des Ligaments in der Umgebung der Zacken an der Innenseite der Arachnoidea theilweise festgewachsen ist; *d* der oberste Zacken des Ligaments, sich dicht oberhalb der Austrittsstelle der 1:en Halsnerven und der Eintrittsstelle der Arteria vertebralis (*av*) befestigend. *e* Der unterste langezogene Zacken, nach unten gehend und sich zwischen dem letzten Dorsal- und dem ersten Lumbalnerven befestigend; *f* ein zurücklaufender Zacken, der unterhalb des 2:ten Dorsalnerven entspringt, um nachher zurückzulaufen und oberhalb desselben Nerven sich zu befestigen. *g* Die seitlichen schiefen Häutchen oder schiefen Quermembranen, welche in dem Dorsaltheil von dem Septum posticum in der Mittellinie entspringen und von da den Nervenwurzeln entlang seitlich laufen, zwischen den Nervenwurzeln bis zu ihren Austrittsstellen und der Arachnoidea ausgespannt, und quere Scheidewände bildend, durch welche das hintere Subarachnoidalspatium hier in mehrere Abtheilungen oder schiefe seitliche Räume getheilt wird. In der Figur sieht man deutlich diese schiefen Seitenräume, Recessus laterales obliqui, den Zwischenräumen nach hinten zwischen den Nervenwurzeln entsprechend. Die Figur zeigt auch, wie die schiefen Quermembranen an den oberen und an den unteren Dorsalnerven nur unvollständig sind oder ganz fehlen, und dass sie an den Halsnerven und an den Lumbalnerven gar nicht vorkommen. Unten an der Figur sieht man, wie das Septum posticum mehr und mehr durchlöchert in der Mittellinie bis zum Anfang des Filum terminale fortläuft. In dem Halstheil sieht man, wie zahlreiche verzweigte, feine Bälkchen das hintere Subarachnoidalspatium durchziehen; in der Tiefe treten in der Mittellinie belegene, membranöse Ausbreitungen etwas undeutlich hervor; diese bilden den Anfang des Septum posticum (Vergleiche Fig. 4 dieser Tafel). Am oberen Ende der Figur findet man, wie das Subarachnoidalspatium sich plötzlich erweitert, um nach dem Eintritt in den Schädel an der Medulla oblongata und dem Cerebellum in die Cisterna magna cerebello-medullaris überzugehen. Bei *h*, *h'* und übrigens an den Dorsalnerven im Allgemeinen sieht man Subarachnoidalmembranen, welche sich wie Schwimmhäute von dem unteren Rande jeder Nervenwurzel bis nach der Seite des Rückenmarks und dem oberen Rande des nächst unteren Nervens perpendiculär ausspannen, ein Diaphragma zwischen je zwei Nervenwurzeln bildend. Man sieht, wie dadurch die schiefen Seitenräume nach vorn mehr oder weniger vollständig abgetrennt werden von dem Theil des hinteren Subarachnoidalspatium, welcher nach vorn von den hinteren Nervenwurzeln, zwischen diesen und dem Ligamentum denticulatum liegt, und wo keine eigentliche Membranen sich vorfinden. Man sieht ferner, wie die fraglichen Membranen zwischen den Nervenwurzeln an der Mitte des Dorsaltheils am vollständigsten, an den oberen und an den unteren Dorsalnerven dagegen sehr unvollständig entwickelt sind und wie sie an den Hals- und an den Lumbalnerven fehlen. Bei *av* sieht man den Eintritt der Arteria vertebralis, bei *aW* den Accessorius Willisii.

Fig. 2. Der obere Theil des Rückenmarks von vorne gesehen. Die Dura und die Arachnoidea sind in der Mittellinie aufgeschnitten und nach den Seiten zurückgeschlagen, hauptsächlich um den oberen Theil des Ligamentum denticulatum (*c*) und das Verhältniss der obersten Zacken desselben zu den umgebenden Theilen, der eintretenden Arteria vertebralis (*av*), dem ersten Halsnerven und dem Accessorius Willisii (*aW*) zu zeigen. Bei *d* sieht man ausserdem die eigenthümliche Häutchenbildung, welche, wie es scheint constant, in der Höhe des zweiten Zackenpaares vorkommt und hier jederseits wie ein kleines halbmondförmiges Segel an dem Zacken hinausläuft, eine nach unten offene Tasche bildend. Man sieht, wie dieses Segel mit seinem sensenförmigen äusseren Rande an dem Rückenmark hinab geht und zusammen mit dem entsprechenden Segel der anderen Seite nach unten spitz ausläuft (*d'*). Vom oberen Ende des Ligamentum denticulatum sieht man ein feines, theilweise in Bälkchen sich auflösendes Häutchen an der Medulla auslaufend und zum Theil sich zwischen den Arteriæ vertebrales ausspannend.

Fig. 3. Zeigt die obere Zackenbefestigung des Ligamentum denticulatum von hinten gesehen, in ihrem Verhältnisse zum Nervus accessorius Willisii. Die hintere Wurzel des ersten Halsnerven war in diesem Fall mehr innig als gewöhnlich mit dem Accessorius vereinigt; ein recurrenter, starker Zweig ging, wie die Figur zeigt, von diesem Nerven ab, um in den Halsnerv überzugehen. Dieser Zweig war dem ersten Zacken des Ligaments stark angewachsen.

Fig. 4. Der obere Theil des Rückenmarks mit den Häuten rechts hinten, ganz nahe der Mittellinie, aufgeschnitten, hauptsächlich um die Figur 1 zu vervollständigen und das Septum posticum in dem oberen Halstheil näher zu zeigen. Man sieht, wie dasselbe (*e*) sich nach und nach in Bälkchen auflöst, welche das hintere Subarachnoidalspatium des Marks und höher oben die Cisterna cerebello-medullaris durchziehen. — *a*, *b*, *c*, *d*, *av* und *aW* bezeichnen dasselbe wie in der Fig. 1.

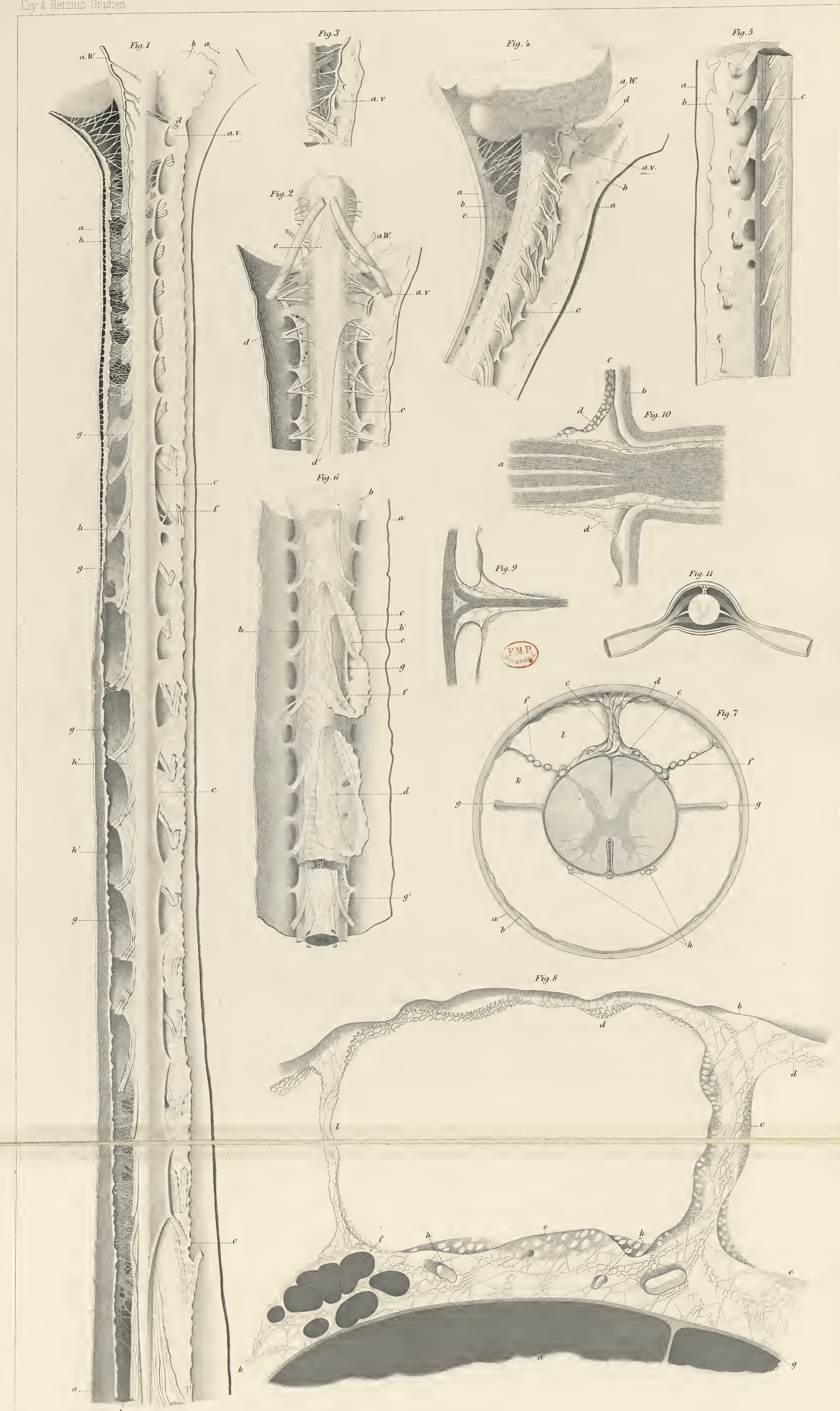

Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8
Fig. 9
Fig. 10
Fig. 11



Fig. 5. Der obere Dorsaltheil eines Rückenmarks (die rechte Hälfte) mit den Häuten, schräg von vorn rechts gesehen. Sowohl die Dura (*a*) wie die Arachnoidea (*b*) sind in der Mittellinie aufgeschnitten und nach hinten zurückgeschlagen, nachdem auch die vorderen Nervenwurzeln und die Zackenbefestigungen des Ligamentum denticulatum abgeschnitten worden sind. Das Ligamentum denticulatum selbst ist entfernt. Oben an der Figur sieht man die schiefen Seitenräume des hinteren Subarachnoidalspatiums sich wie Blindsäcke nach hinten zwischen den Nervenwurzeln gegen die Mittellinie hineinschiebend; weiter unten werden diese Räume mehr und mehr nach vorn durch Membranen geschlossen, welche sich perpendiculär zwischen den Nervenwurzeln ausspannen. Bei *c* sieht man eine solche Membran in sehr unvollständiger Entwickelung; nach unten werden die Membranen immer vollständiger.

Fig. 6. Partie des Dorsaltheils des Rückenmarks, von hinten gesehen. Die Dura (*a*) ist in der Mittellinie aufgeschnitten und nach den Seiten zurückgeschlagen. Die Arachnoidea (*b*) ist nur über zwei schiefen Seitenräumen schräg von der Mittellinie nach der Seite hin in der Richtung der Räume aufgeschnitten, um die natürliche Lage, Ausdehnung und Begrenzung derselben zu zeigen. Man sieht wie die Räume nach der Mitte zu vom Septum posticum (*h*) nach oben und nach unten durch die von den Nervenwurzeln zur Arachnoidea laufenden, schiefen Quermembranen (*e*, *f*) begrenzt werden. In dem oberen Raum sieht man eine unvollständige, perpendiculäre derartige Membran zwischen den Nervenwurzeln bei *c*. Dieser Raum ist übrigens nach vorne offen und man sieht hier das Ligamentum denticulatum (*g*) unbedeckt. Der untere Raum dagegen ist durch eine vollständige Membran (*d*) zwischen den Nervenwurzeln nach vorne geschlossen, und man sieht darum auch das Ligamentum denticulatum hier nur ganz schwach durchschimmern. Am unten Theil der Figur ist die Arachnoidea ringsum das ganze Rückenmark weggeschnitten, hauptsächlich um an der Durchschnittsstelle zu zeigen, wie das Ligamentum denticulatum (*g'*) mit seinem freien Rande in natürlicher Lage sich zur Innenfläche der Arachnoidea verhält. An dem übrigen Theil der Figur sieht man, wie die Arachnoidea trichterförmige Scheiden mit den durchschimmernden Zacken des Ligamentum denticulatum nach der Innenfläche der Dura sendet, und wie ähnliche Scheiden auch mit den Nerven abgehen.

Fig. 7. Querschnitt des Rückenmarks mit dessen Häuten im oberen Dorsaltheil. Schwache Loupen-vergrösserung. Dicht an der Innenseite der Dura (*a*) liegt die dünne Arachnoidea (*b*) an, nur hie und da sich etwas einbuchtend. Im hinteren Subarachnoidalspatium (hinten von den Ligamenta denticulata, *g*) sieht man in der Mitte das Septum posticum (*c*) mit seinen zahlreichen, zusammenlaufenden Häutchen, und seinen von diesen gebildeten kleinen Subarachnoidalräumen. Nach aussen befestigt sich das Septum zum Theil mehr direkt an der Arachnoidea, zum Theil aber breitet es sich mit seinen Häutchen (*d*) seitlich an der Innenfläche der genannten Haut aus. Nach innen breitet sich das Septum über die Pia als epipiales Subarachnoidalgewebe (*e*) mit dessen zahlreichen, kleinen Räumen aus. In diesen epipialen Räumen sieht man ein Paar Gefässe aufgehängt. *f* die hinteren Nervenwurzeln in ihren Subarachnoidalhäutchen aufgehängt. Die Räume (*l*) zwischen diesen letzteren Häutchen und das Septum posticum sind die an den Querschnitten natürlicherweise sehr variablen »schiefen Seitenräume». *k* ist der Raum zwischen den hinteren Nervenwurzeln mit seinen Häutchen und dem Ligamentum denticulatum, welcher Raum das ganze Rückenmark entlang von Membranen vollständig frei ist und wo die Subarachnoidalflüssigkeit im hinteren Subarachnoidalspatium, also an jeder Seite, den freiesten Weg findet. Nach vorn von den Ligamenta denticulata (*g*) sieht man das vordere Subarachnoidalspatium ganz frei von Membranen. — *k* die vorderen Nervenwurzeln.

Fig. 8. Querschnitt von der Arachnoidea mit dem subarachnoidalen Gewebe in Zusammenhang mit der Pia und dem Rückenmark in der Mitte hinten am oberen Dorsaltheil des Markes. Bei schwacher Vergrösserung gezeichnet. *a* Rückenmark; *b* Arachnoidea; *c* Septum posticum mit seinen Fenster- und Balkenhäutchen, sowohl an der Innenseite der Arachnoidea (*d*) als auch an der Pia, als epipiales Subarachnoidalgewebe (*e*) mit dessen kleinen Räumen sich ausbreitend. In diesem epipialen Gewebe sieht man sowohl die hintere Nervenwurzel (*f*) kurz nach ihrem Hervortreten, als die Gefässe (*h*) aufgehängt; ferner wie das Gewebe an der Aussenseite der Pia mater nach vorn an den Seitentheilen des Markes fortgeht (*k*), und ebenso wie eine von Balkenhäutchen gebildete Membran (*l*) von der Nervenwurzel nach der Innenfläche der Arachnoidea überspringt.

Fig. 9. Längsschnitt eines Befestigungszackens des Ligamentum denticulatum am Rande desselben, wodurch seine Feinheit erklärt wird. Man sieht, wie der Balken des Zackens direkt in das Duragewebe übergeht, und wie er von einer Arachnoidalscheide, welche auf die Innenfläche der Dura sich umschlägt, begleitet ist. Zwischen dieser Scheide und dem Zacken sieht man das Subarachnoidalgewebe mit einem Gefäss. Zum Theil breitet sich das umhüllende subarachnoidale Gewebe an der Innenfläche der Arachnoidea aus.

Fig. 10. Längsschnitt der motorischen Wurzel (*a*) eines Rückenmarksnerven bei seinem Austritt. Man sieht wie die Dura (*b*) und wie die Arachnoidea (*c*) jede für sich Scheiden mit der austretenden Wurzel senden und wie diese also ausserhalb des Duralrohres des Rückenmarks sowohl von einer Duralscheide als nach innen von dieser von einer Arachnoidalscheide umgeben wird, mit innerhalb dieser Scheiden befindlichen Fortsetzungen vom Subduralraum und vom Subarachnoidalraum des Rückenmarks versehen. Das Subarachnoidalgewebe, von dem die Wurzel begleitet ist, sieht man sich theils als Fenster- oder Balkenmembran nach der Innenfläche der Arachnoidea umschlagen, theils weiter nach aussen mit dem austretenden Nerven fortgehen.

Fig. 11. Querschnitt des Rückenmarks in natürlicher Grösse, schematisch gezeichnet, um die natürliche Lagerung und das Verhalten der Dura und der Arachnoidea sowie ihrer Räume zu einander, zum Rückenmark und zu den austretenden Nerven im Allgemeinen zu zeigen.

Siehe den Text S. 85 u. f.

Tafel II.

Die Tafel stellt eine Reihe in verschiedener Höhe genommener Querschnitte des menschlichen Rückgrats mit dem Rückenmark und seinen Häuten in natürlicher Lage dar.

Die Figuren 1 bis 16 stammen alle von demselben, die Fig. 17—19 aber von einem anderen Individuum her. Es ist hauptsächlich beabsichtigt, durch diese Figuren zu zeigen, wie das Spatium subarachnoidale medullæ spinalis sich in verschiedener Höhe und an verschiedenen Localitäten des Rückenmarks verhält, sowohl was ihre Form und Weite als ihre übrigen Verhältnisse im Allgemeinen betrifft. Die Präparate, nach welchen die Zeichnungen gemacht worden sind, wurden so gewonnen, dass zuerst eine schwache, mit Berlinerblau gefärbte Leimlösung injicirt wurde; die Leiche wurde dann in horizontaler Stellung zum Frieren gelassen, die Schnitte im gefrorenen Zustande gemacht und abgebildet. Nach Erhärtung der Präparate in Müllerscher Flüssigkeit und Weingeist wurden die Abbildungen noch einmal genau controllirt. Die dünne Arachnoidea selbst, welche der Dura dicht anliegt, ebenso wie die feinen Subarachnoidalbalken und Häutchen kamen an den Präparaten sehr undeutlich oder gar nicht zum Vorschein und sind darum in den Figuren fortgelassen. Das Ligamentum denticulatum sieht man im Allgemeinen als einen dünnen Flügel an jeder Seite des Markes. Die weissen, theils mehr isolirten, theils in Gruppen gesammelten Punkte in der Umgebung des Markes sind die Durchschnitte der Nervenwurzeln.

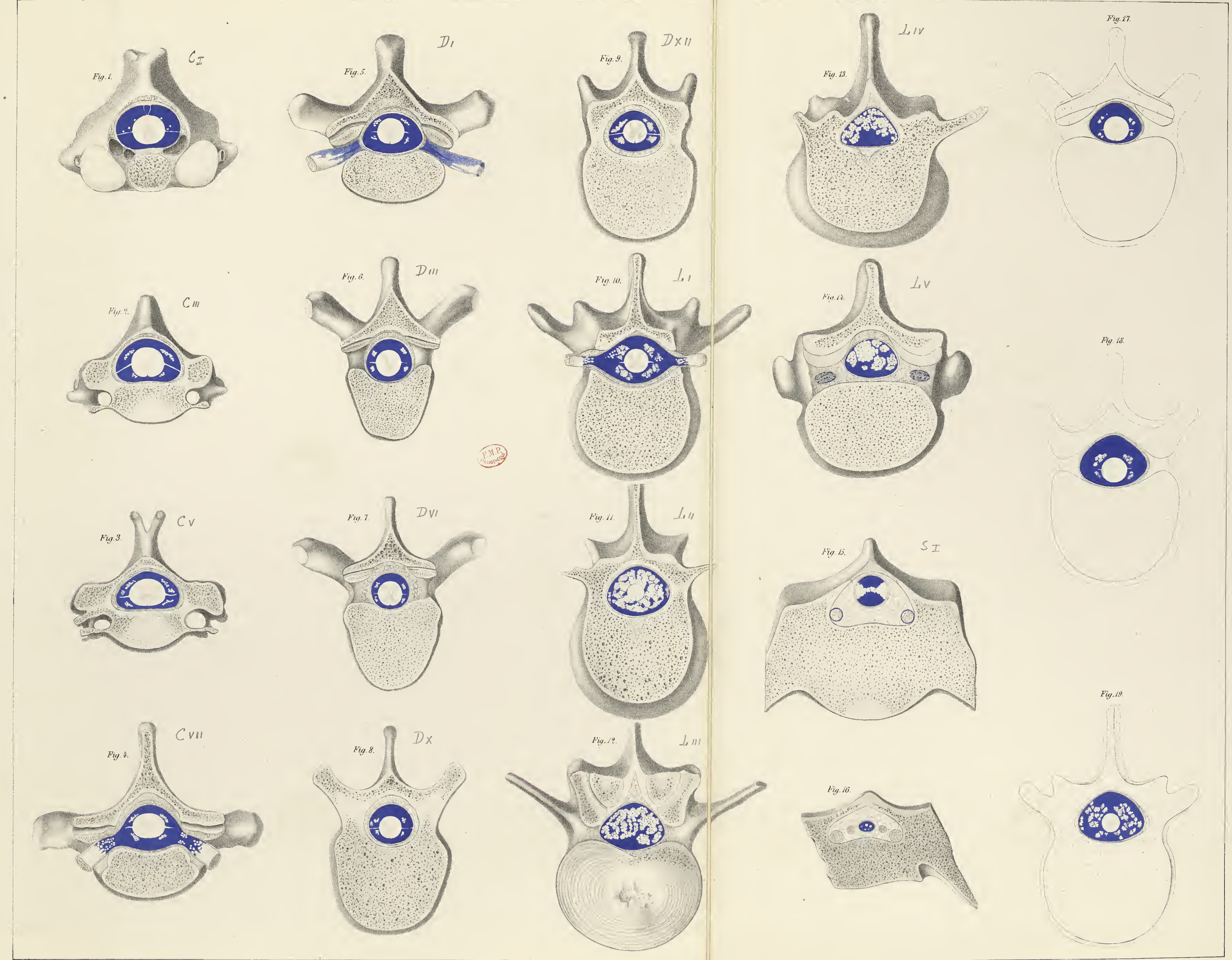
Fig. 1. Querschnitt an dem 1:sten Halswirbel.
» 2. » » » 3:ten »
» 3. » » » 5:ten »
» 4. » » » 7:ten »
» 5. » » » 1:sten Dorsalwirbel.
» 6. » » » 3:ten »
» 7. » » » 6:ten »
» 8. » » » 10:ten »
» 9. » » » 12:ten »
» 10. » » » 1:sten Lumbalwirbel.
» 11. » » » 2:ten »
» 12. » » » 3:ten »
» 13. » » » 4:ten »
» 14. » » » 5:ten »
» 15. » » » 1:sten Sacralwirbel.
» 16. » » » Sacralcanal weit unten.

Alle diese Figuren sind demselben Rückgrat entnommen.

Fig. 17. Querschnitt an dem 9:ten Dorsalwirbel.
» 18. » » » 11:ten »
» 19. » » » 2:ten Lumbalwirbel.

Diese letzteren drei Querschnitte stammen von einem anderen Rückgrat mit etwas stärkerer Ausspannung des Subarachnoidalspatiums her.

Siehe den Text S. 82 u. f.



Gez. v. N. O. Björkman — Dir. v. A. Key & G. Retzius. — Lith. Central Tryckeriet (Schlachter & Seedorff) Stockholm.

Tafel III.

Sämmtliche Figuren dieser Tafel sind dem menschlichen Gehirn entnommen. Sie stellen die grossen subarachnoidalen Räume an der Basis des Gehirns dar und sind in natürlicher Grösse gezeichnet.

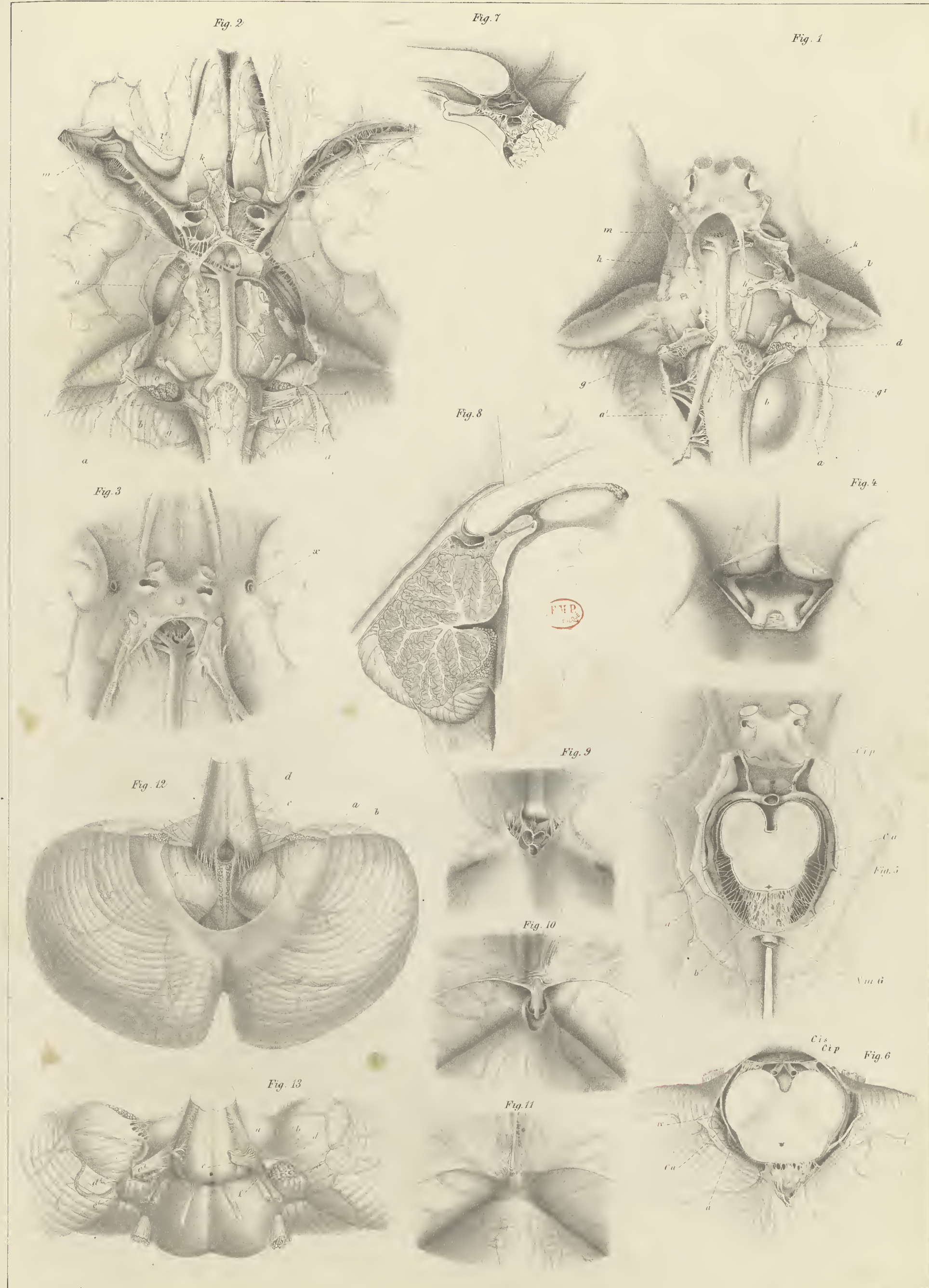
Fig. 1. Die Subarachnoidalräume oder Cisternen an der vorderen Fläche der Medulla oblongata und des Pons Varolii. In der Umgebung der Medulla sieht man den durch Aufschneiden und Zurückschlagen der Arachnoidea geöffneten vorderen oberen Theil der Cisterna magna cerebello-medullaris mit dem vorderen Subarachnoidalspatium der Medulla ganz offen zusammenhängend (Vergleiche Fig. 12 derselben Tafel und Fig. 5 & 6 der Tafel VI). Rechts an der Figur sind die Nervenwurzeln und die Arteria vertebralis wegpräparirt, um die Ausbreitung der Cisterna besser zu zeigen. Bei *a* sieht man die zurückgeschlagene Arachnoidea und man kann von hier vorwärts die seitliche Grenze der Cisterne am Kleinhirn verfolgen. Man sieht wie die Cisterne sich über den Flocculus fortsetzt und mit der lateralen Cisterne des Pons zusammenhängt. An den Seiten der Medulla und des Pons sieht man innerhalb der Grenze der Cisterne die linke Tonsille (*b*); weiter vorwärts den Flocculus (*c*), nach innen von diesem den aus dem vierten Ventrikel heraustretenden und in der Cisterne mit seinem Ende freiliegenden Plexus chorioideus lateralis ventr. quarti (*d*), zum Theil auch die seitliche Oeffnung des vierten Ventrikels (Apertura lateralis ventr. quarti) von den Glossopharyngeus und Vagus bedeckt. Links an der Figur ist die Arachnoidea (*a'*) nur bis zu den Austrittstellen der Nerven und der Arteria vertebralis (*e*) zurückgeschlagen; man sieht hier wie die Nerven und die Arterie die Cisterne frei durchziehen oder darin schweben. Bei *f* eine kleine durchbrochene Membrane sich in dem Winkel zwischen den beiden Arteriæ vertebrales ausspannend, und an der Medulla auslaufend und befestigt. Links, bei *g*, die in dem Sulcus coecus befestigte, durchlöcherte Grenzmembran zwischen der Cisterna magna und die an dieser Seite nicht geöffnete Cisterna lateralis pontis. Rechts bei *g'* dieselbe Membran der anderen Seite, nach unten umgeschlagen, nachdem die Cisterna lateralis pontis hier geöffnet wurde. In der Mitte am Pons sieht man, ringsum die Arteria basilaris, die geöffnete Cisterna media pontis mit deren seitlichen Begrenzungsmembranen (*h*, *h'*). An den Seiten dieser Cisterne befinden sich die Cisternæ laterales pontis. Die rechte (links an der Figur) ist nicht geöffnet; man sieht hier die Austrittsstellen der Nerven (Trigeminus, Acusticus mit Facialis, sowie Abducens). In der geöffneten linken Cisterne (rechts an der Figur) sieht man die genannten Nerven die Cisterne frei durchziehen. Bei *i* am vorderen oberen Rande des Pons sieht man die obere Begrenzungsmembran der Cisterne; bei *k* eine quere Subarachnoidalmembran, die bisweilen vorkommt und die Cisterne dann in zwei Hälften theilt. Bei *l* läuft die Cisterne im Sulcus horizontalis cerebelli aus. Bei *m* sieht man die Cisterna intercruralis superficialis, in welche die Cisterna media pontis am oberen Rande des Pons sich direct fortsetzt. Die Membran, welche diese Cisterne von der tiefer belegenen Cisterna intercruralis profunda abgrenzt, ist hier vollständig ausgebildet (Vergleiche Fig. 3). Seitlich an der Cisterne liegen die beiden N. oculomotorii, und dicht am Rande des Pons tauchen die Gefässe in die tiefere Cisterne hinein. Nach vorn von diesen Cisternen ist die Arachnoidea ungeöffnet (Vergleiche Fig. 2 derselben Tafel).

Fig. 2. Die Buchstaben *a*, *b*, *c* und *d* bezeichnen dasselbe wie in der vorigen Figur; also: *a* die bis zu der Grenze der Cisterna magna zurückgeschlagene Arachnoidea; *b* die Tonsille; *c* den Flocculus; *d* das freiliegende Ende des Plexus choroideus lateralis. Rechts bei *e* sieht man den N. glossopharyngeus mit dem Vagus in natürlicher Lage, die seitliche Oeffnung (Apertura lateralis ventr. quarti) grösstentheils verdeckend. Links sind diese Nerven auf die Medulla zurückgeschlagen, und man sieht dort den vorderen sensenförmigen Rand (*f*) der unteren Wand (Velum medullare anterius) des vierten Ventrikels. Zwischen diesem Rande und dem Plexus sieht man die seitliche Oeffnung (*g*) (Apertura lateralis ventriculi quarti) des Ventrikels; *h* der vordere Theil der Cisterna media pontis; nach hinten sind die Begrenzungsmembranen wegpräparirt; ebenso ist nach vorne rechts die Seitenwand weggenommen, um die an diesem Gehirn unvollständig ausgebildete Begrenzungsmembran (*i*) zwischen den Cisternæ intercrurales superficialis und profunda in ihrer seitlichen Ausbreitung zu zeigen. Man sieht hier auch die Communicationen dieser Cisternen mit dem jederseits an den Pedunculi cerebri, zwischen dem Pons Varolii und dem Grosshirn belegenen Cisterna ambiens. Nach vorn am Pedunculus glandulæ pituitariæ, am Chiasma und an den Nervi optici sieht man die oberflächlich belegene Cisterna chiasmatis (*k*) mit deren Raphe in der Mitte. Seitlich von hier sieht man die geöffneten Cisternæ fossæ Sylvii dextra und sinistra. Links an der Figur (an der rechten Cisterna fossæ Sylvii) sind die meisten in der Cisterne vorkommenden Balken und Membranen entfernt, um die Ausdehnung der Cisterne besser zu zeigen; rechts dagegen sind dieselben soviel wie möglich beibehalten. Die Grenzen dieser Cisternen am mittleren und am vorderen Lappen des Grosshirns sieht man am besten links bei *l* und *l'* an den Umschlagsrändern der Arachnoidea. Am Ende der Cisterne links sieht man bei *m* wie die Arterienzweige, welche in die Fissuren und Sulci hineingehen, von scheidenförmigen perivasculären Canälen als Fortsetzungen der Cisterne begleitet werden. An den Pedunculi cerebri, zwischen dem äusseren vorderen Rande des Pons und dem mittleren Lappen des Grosshirns, sieht man jederseits die vorderen Theile der Cisterna ambiens; links sind die Gefässe grösstentheils entfernt, rechts beibehalten. Links bei *n* an dem Umschlagsrande der Arachnoidea markirt sich die Grenze der Cisterne am mittleren Lappen des Grosshirns.

Fig. 3 zeigt die beiden Cisternæ intercrurales superficialis und profunda mit unvollständiger Ausbildung der Grenzmembran zwischen den beiden Cisternen, wie es häufig vorkommt. Nach hinten am Pons ist die Arachnoidea mit den meisten Subarachnoidalmembranen (Vergleiche Fig. 1) entfernt. Bei *x* sieht man die Einstrittsstelle der Vena ophthalmo-meningea, Hyrtl, in die Cisterna fossæ Sylvii. Die Vene ist von einem offenen scheidenförmigen Canal umgeben. Dieser ist in der That ein subarachnoidaler Scheidenraum der Vene, und die Oeffnung nach dem Subduralraum ist durch Berstung der Arachnoidea an ihrer Befestigung an der Dura rings um den Eintritt der Vene entstanden. Aehnliche Erscheinungen am Eintritt der Vena magna Galeni haben die Annahme vom Vorhandensein eines offenen Canalis Bichati veranlasst.

Fig. 4. Zeigt die geöffnete Cisterna laminæ cinereæ terminalis, in welcher der grosse Gefässring (Circulus arteriosus Willisii) nach vorn vollendet wird.

Fig. 5 ist, um den grossen Cisterngürtel ringsum den ganzen »Hirnstamm« zu zeigen, nach einem Präparat gezeichnet, an welchem ein Schnitt am oberen Rande des Pons durch die Pedunculi cerebri und die Lamina corpor. quadrigem. geführt ist. Man


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8
Fig. 9
Fig. 10
Fig. 11
Fig. 12
Fig. 13



sieht von unten her die vordere Schnittfläche der genannten Theile und deren Umgebungen. Nach vorne liegt die Cisterna intercruralis profunda (*Cip*); seitlich und nach hinten wird der Hirnstamm von der Cisterna ambiens (*Ca*) umfasst. In derselben sieht man die hier durchgehenden Gefässe. Bei *a* ist die Grenze der Cisterne am Grosshirn zu sehen. Bei *b* sieht man das reichliche Subarachnoidalgewebe, welches am Eintritt der Vena magna Galeni (*VmG*) vorhanden ist.

Fig. 6 zeigt von einem anderen Gehirn die hintere Schnittfläche vom Hirnstamm nach einer Schnittführung wie in der vorigen Figur. Man sieht hier den Pons in Verbindung mit dem Kleinhirn, und ringsum den Hirnstamm den hinteren Theil des Cisterngürtels. *Cis*, Cisterna intercruralis superficialis; *cip*, Cisterna intercruralis profunda; *ca*, Cisterna ambiens. An jeder Seite sieht man den Nervus trochlearis (IV links) in einem Bogen von hinten nach vorn gehend und frei in der Cisterna schwebend. Die zurückgeschlagene Arachnoidea (*a*) markirt die Grenze der Cisterne am Kleinhirn.

Fig. 7. Ein medianer Durchschnitt durch die hintere Partie der Cisterna ambiens (Spatium subarachnoidale corporum quadrigeminorum) mit umgebenden Theilen. Man sieht wie die Cisterne hier zwischen den Corpora quadrigemina dem Vorderrande des Cerebellum und dem Splenium corporis callosi von reichlichem Subarachnoidalgewebe ausgefüllt ist, und wie dieses Gewebe in der Spalte zwischen dem Conarium (Glandula pinealis) und der Lamina corporum quadrigem. sowie auch zwischen dem Kleinhirn und Velum medullare anterius hineingeht; ebenso wie die Arachnoidea das Ganze überbrückt. In der Nähe vom Splenium sieht man die kurz nach ihrem Eintritte schief durchgeschnittene Vena magna Galeni von ihrem weiten Scheidenraum (Canalis Bichati ält. Aut.) umgeben. Aehnliche Scheidenräume oder perivasculäre Subarachnoidalcanäle sieht man auch um die Venenzweige in der Umgebung. Oberhalb des Conarium, zwischen ihm und dem Splenium, sieht man den Recessus supra conarium (suprapinealis, Reichert) vom dritten Ventrikel her.

Fig. 8. Ein ähnlicher medianer Durchschnitt wie in der vorigen Figur; die Zeichnung enthält doch mehr der umgebenden Theile. Der Schnitt ist hier gerade durch die Eintrittsstelle der Vena magna Galeni geführt. Man sieht wie diese Vene sich von dem Sinus tentorii in das Spatium subarachnoidale corp. quadrigem. hineinsenkt, und wie der die Vene hier umgebende Scheidenraum (Canalis Bichati) nach aussen gegen den Subduralraum durch Verwachsung (resp. Umschlagen) der Arachnoidea am Tentorium und am Falx in der Umgebung der Vene geschlossen wird (Vergleiche Fig. 1, 2 der Tafel IV). Den Recessus supra conarium sieht man hier sich ziemlich weit nach hinten von der Spitze des Conarium fortsetzen. Am unteren Ende des vierten Ventrikels ist der Schnitt gerade durch das Foramen Magendii geführt. Man sieht hier den bogenförmigen Rand des Loches, welches von der unteren Ventrikelwand gebildet wird.

Fig. 9, 10 und 11 zeigen die Eintrittsstelle der Vena magna Galeni von aussen her, nach Aufheben der hinteren Grosshirnlappen gesehen.

Fig. 9 giebt ein Bild wie man es gewöhnlich bekommt, wenn man das Gehirn in Zusammenhang mit dem Kleinhirn herausnimmt, unter Zurücklassen des Tentorium und nach Durchschneidung oder Zerreissung der Vena Galeni an ihrem Austritt aus dem Tentorium. Die Vene ist hier schon in ihre drei Hauptzweige getheilt (Vv. cerebri internæ sinistra & dextra, V. cerebelli superior media. In der Umgebung viele Zerreissungen.

Fig. 10. Das Gehirn, nach welchem diese Figur gezeichnet ist, wurde sehr vorsichtig mit dem Tentorium und dem Kleinhirn ausgenommen, nachdem das Tentorium vorher von der Dura cerebri losgeschnitten war. Man sieht den subarachnoidalen Scheidenraum der Vene (Foramen Bichati, Canalis Bichati) ganz offen gegen den Subduralraum; dieses hängt doch davon ab, dass trotz aller Sorgfalt eine Berstung der Arachnoidea, wie es gewöhnlich geschieht, an ihrer Befestigung an der Dura (Tentorium), ringsum die Eintrittsstelle der Vene, bei den Manipulationen entstanden ist (Vergl. Fig. 3 *x*).

Fig. 11 ist nach einem Präparat gezeichnet, an welchem alle Berstungen in der Umgebung der Vene vermieden wurden, und sie giebt also das natürliche Verhältniss dar. Der Scheidenraum der Vene oder der Canalis Bichati ist hier, wie man sieht, vollständig geschlossen.

Fig. 12. Cerebellum mit der Medulla oblongata und dem Pons Varolii. Die Medulla ist erhoben und die Arachnoidea in der Mitte weggeschnitten, um die Cisterna magna cerebello-medullaris und das Foramen Magendii zu zeigen. Bei *a* und ringsum am Cerebellum, wo die Zeichnungen der Gyri nur schwach hervortreten, ist die hier beibehaltene Arachnoidea etwas erhoben, bis zur äusseren Grenze der genannten Cisterne. Diese Grenze markirt sich ganz scharf da, wo seitlich die Arachnoidea mehr innig mit der Pia vereinigt wird, und wo die Contouren der Gyri in der Zeichnung wieder deutlich werden (*b*). In der Mitte, wo die die Cisterne überbrückende Arachnoidea weggeschnitten ist, blickt man in die Cisterne hinein, und sieht unter Anderem, wie sie die Vallecula einnimmt, wie die Tonsillen in sie sich hineinschieben und wie sie zwischen diesen, dem Pons, und der unteren Wand des vierten Ventrikels in den sogenannten Nidus fortgeht u. s. w. Zahlreiche Balken sieht man zwischen den Tonsillen, der unteren Wand des Ventrikels und der Medulla. Bei *d* sieht man das Foramen Magendii (Luschka) oder Apertura inferior ventriculi quarti (Wir), welche zum vierten Ventrikel führt, gerade an der Spitze des Calamus scriptorius liegt und seitlich von den Rändern (*c*) der unteren Wand des Ventrikels begrenzt wird. Bei *e* sieht man die zipfel- oder zungenförmige Verlängerung der Wand, welche den aus dem Ventrikel austretenden Plexus trägt und sich der unteren Fläche der Vermis am Boden der Vallecula anlegt.

Fig. 13. Medulla oblongata und Pons Varolii mit den angrenzenden Theilen des Cerebellum sammt der unteren Wand des vierten Ventrikels. Um die seitlichen Oeffnungen des vierten Ventrikels, Aperturæ laterales ventriculi quarti, anschaulich zu zeigen wurde an dem Präparate, nach welchem die Zeichnung gemacht worden ist, der Vermis durchgeschnitten und die beiden seitlichen Hälften des Kleinhirns nach vorn gebogen. — Man sieht rechts bei *a* die in dieser Weise seitlich ausgebreitete untere Wand des vierten Ventrikels, mit ihrem vorderen halbmond- oder sensenförmigen Rande (*b*). Zwischen diesem Rande und dem austretenden, auf dem Flocculus (*c*) ruhenden Plexus (*d*) sieht man die Apertura lateralis, welche zum Recessus lateralis des Ventrikels führt, und durch welche übrigens der Plexus lateralis austritt, um mit seinem Ende in die Cisterna magna sich hineinzuschieben. Glossopharyngeus und Vagus (*e*) sind zurückgeschlagen, um die Oeffnung in ihrer ganzen Ausdehnung zu zeigen. Bei *f* sieht man, wie der Facialis und der Acusticus sich zu ihr verhalten. Links sieht man, wie der Glossopharyngeus und Vagus (*e'*) in ihrer natürlichen Lage die Oeffnung fast vollständig verdecken; nach innen sieht man indessen einen kleinen Theil derselben.

Siehe den Text S. 92 u. f.

Tafel IV.

Spatium subarachnoidale corpor. quadrigem. mit dem subarachnoidalen Scheidencanal der Vena magna Galeni (Canalis Bichati) u. s. w. am Schafhirn; Plexus chorioidei, Velum interpositum, die untere Wand des vierten Ventrikels und die Subarachnoidalräume beim Menschen; die seitlichen Oeffnungen des vierten Ventrikels beim Pferde.

Fig. 1. Medianer Durchschnitt eines Schafhirns in natürlicher Grösse gezeichnet. Man sieht bei *a* das Spatium subarachnoidale corpor. quadrigeminorum von schwammigem Subarachnoidalgewebe ausgefüllt, und in dem Zwischenraum zwischen der Lamina corporum quadrigeminorum (*c*) und dem Conarium (*d*) sich bis zur Commissura posterior ventriculi tertii (*e*) fortsetzend. *v.G.* ist die durch dieses Subarachnoidalspatium gehende Vena magna Galeni, von ihrem Subarachnoidalcanal (Canals Bichati) umgeben. Jederseits bemerkt man, wie dieser Canal von einer relativ dicken Subarachnoidalmembran (*f, f'*) begrenzt wird. An der Eintrittsstelle der Vene, welche hier schräg durchgeschnitten ist, findet man bei *g g'*, wie die Arachnoidea selbst sich umschlägt, um mit der Venenwand und der Innenfläche der Dura zu verschmelzen, wodurch auch der Scheidencanal hier gegen den Subduralraum (*Sdr.*) abgeschlossen wird. Bei *g'* sieht man sogar, wie, hinter der Vene, die Arachnoidea und das Subarachnoidalgewebe in die Dura selbst (*h*) hineindringt und sich als ein Gebüsch von Arachnoidalzotten (*b*) in den venösen Sinus (*v. Sin.*) hineinschiebt; *h'* Falx cerebri. Bei *i* sieht man die Tela chorioidea des dritten Ventrikels; zwischen dieser und der oberen Fläche des Conariums liegt der Recessus supra Conarium (Rec. suprapinealis, Reichert) als ein Divertikel des Ventrikels. Zwischen der Tela chorioidea und der unteren Fläche des Corpus callosum bemerkt man das Subarachnoidalgewebe mit den Venen ins Velum triangulare fortgehend. Bei *x* liegt (am Schafhirn) an der unteren Fläche des Corpus callosum ein eigenthümlicher, birnförmiger Gyrus mit seinem um das Splenium sich umschlagenden, dünnen Blättchen.

Fig. 2. Nach demselben Präparat wie die vorige Figur bei schwacher Loupenvergrösserung gezeichnet. Die Bezeichnungen sind auch ganz dieselben wie in der Fig. 1. — Für diese beiden Figuren siehe den Text S. 101 u. 102.

Fig. 3. Querschnitt kurz nach vorn vom hinteren Ende des dritten Ventrikels durch den rechten Seitenventrikel eines in Weingeist gut erhärteten menschlichen Gehirns mit seinem Plexus chorioideus (lateralis), dem Velum triangulare und den umgebenden Theilen, bei schwacher Vergrösserung gezeichnet. *Th. o*, Thalamus opticus; *C. str.*, Corpus striatum; *Str. t.*, Stria terminalis; *V. t.*, Vena terminalis; *Gh.*, Gehirndach des Ventrikels; *Fx.*, Fornix. Bei *a* sieht man das obere Blatt des Plexus lateralis mit seinen Zotten, bei *b* das untere Blatt; bei *e* eine Befestigung des oberen Blattes, bei *V. ch.* die durchgeschnittene am Rande dieses Blattes verlaufende Vena chorioidea; bei *c* die gemeinsame Wurzel der beiden Blätter vom Rande des Fornix (von der Fimbria) entspringend; bei *d* die Befestigung (resp. den Uebergang) des unteren Blattes an dem hier verdickten Ependym des Thalamus opticus. In der Spalte zwischen der unteren Fläche des Fornix und der oberen Fläche des inneren Theils vom Thalamus opticus findet man das Velum triangulare (*V. tr.*) von seinen beiden Piablättern (*p,p*) begrenzt, zwischen diesen aus Subarachnoidalgewebe (*s*) mit darin aufgehängten Gefässen bestehend, und nach aussen mit dem unteren Blatte des Plexus chorioideus verschmelzend. Hie und da sieht man kleine Piatrichter mit Gefässen vom Velum sowohl nach oben in den Fornix, als nach unten in den Thalamus eindringend.

Fig. 4. Ein Querschnitt wie in der vorigen Figur (beim Menschen); hier sind aber auch die centralen Theile in der Zeichnung ausgeführt. Natürliche Grösse. Betreffs der Verhältnisse des Plexus chorioideus in dem Seitenventrikel sowie des Velum triangulare in der Spalte zwischen dem Fornix und den Thalamus siehe die Erklärung zur vorigen Figur. In der Mitte sieht man, wie das Velum triangulare das hier rinnenförmige Dach des dritten Ventrikels (*d. V.*) bildet, nach unten durch die Tela chorioidea des genannten Ventrikels verstärkt und jederseits an der abhängigen Fläche des Thalamus eine an der Tænia thalami optici (*T*) sich befestigende, zottentragende Falte oder ein Gebräme absendend. Man bemerkt hier im mittleren Theil des Velum ein reichliches Subarachnoidalgewebe mit grossen, die Gefässe umgebenden Canälen.

Fig. 5. Partie vom vorderen Theil des rechten Seitenventrikels beim Menschen, um das Verhältniss der beiden Blätter des Plexus lateralis an dieser Stelle zu zeigen. Bei *a* sieht man das obere Blatt des Plexus wie ein Schleier das untere Blatt (*b*) zum Theil bedecken. Das letztere breitet sich hier mehr seitlich aus als das obere. — *C.str.*, Corpus striatum. *F.M.* Foramen Monroi.

Für die Figuren 3, 4 u. 5 siehe den Text S. 102—108.

Fig. 6. Durchschnitt der unteren Wand des vierten Ventrikels vom menschlichen Gehirn. Die Figur ist nach einem Schnitt von einem gefrornen Gehirne, bei schwacher Vergrösserung, gezeichnet. Bei *a* sieht man den Boden des vierten Ventrikels von seinem Ependymepithel überzogen; *b* die in der unteren Wand auslaufende Marklamelle (Tænia) und an derer innerer Fläche das Ependymepithel sich fortsetzend; man bemerkt, wie die Tænia am Rande (*c*) theils ein Stroma aussendet, welche die Zotten hier trägt, theils bei *d* mit seinem Ependym weiter als dünnes Stroma fortgeht, um die innere Schicht der dünnen Wand (*e*) (Tela chorioidea) zu bilden. Bei *f* sieht man die Pia mater von der Gehirnfläche ein wenig abgelöst, und ihre trichterförmigen Verlängerungen einsendend; bei *f'* findet man, wie sie sich auf ganz dieselbe Weise zur Tænia verhält, aber weiter nach oben verschmilzt sie mit der Tela chorioidea, deren äussere Schicht bildend. Die Blutgefässe (*g*) liegen nach aussen im subarachnoidalen Gewebe, Zweige durch die Tela chorioidea einsendend. Bei *h* sieht man von der Innenfläche der Tela ausgehende Zotten. Siehe den Text S. 118.

Fig 7. Das Kleinhirn (*Kh.*) und die Medulla oblongata (*M.o.*) des Pferdes, von hinten gesehen. Natürliche Grösse. — Die Arachnoidea ist über der Cisterna magna weggeschnitten. Bei *a* findet man den an der oberen Grenze der Cisterne zurückgeschlagenen Rand der genannten Cisterne. Bei *b*, an der Stelle, wo beim Menschen das Foramen Magendii (Apertura inferior) sich befindet, sieht man



Fig. 3
V.ch
C.str
V.t
Str.t
Th.o
d
b
Th.o
V.tr
Th.o
Fig. 4
T
Fig. 5
a
b
E.M
C.str
Fig. 7
a
Kh
d
c
b
Fig. 8
d
Fig. 2
Sdr
h
v. Sin
h'
Sdr
b
g
f
v. G.
i
x
d
c
e
Fig. 9
b
a
c
b
Fig. 1
v. Sin
h'
h
Sdr
g'
Sdr.
b
g
f
v. G
d
c
e
a
b
c



wie der vierte Ventrikel beim Pferd durch die hier ununterbrochene untere Wand des Ventrikels vollständig geschlossen ist. Bei *c* sieht man in natürlicher Lage das frei in die Cisterna magna ausschiessende voluminöse Ende des seitlichen Plexus chor. des vierten Ventrikels. Bei *d* sind die Zotten leicht aus einander gewichen, und man findet hier an ihrer Mitte die grosse, seitliche Oeffnung (Apertura lateralis) des Ventrikels.

Fig. 8. Dieselben Gehirntheile wie in der vorigen Figur mit dem Pons, aber von der Seite gesehen. Die Arachnoidea ist nur seitlich über die Apertura lateralis *(d)* aufgeschnitten. Die Zotten des Plexus sind aus einander gewichen; man sieht hier genauer die Ausdehnung und die Begrenzung der Apertura lateralis, und man kann durch dieselbe tief in den Recessus lateralis des vierten Ventrikels hineinblicken. Betreffs der Fig. 7 und 8 s. den Text S. 117 und 120.

Fig. 9. Schnitt vom Grosshirn des Menschen; schräg von der Oberfläche her geführt, um das Subarachnoidalgewebe in den Furchen (*a*) zwischen den Gyri (*b*) zu zeigen. Bei *c* sieht man durchgeschnittene Gefässe von ihren Subarachnoidalcanälen umgeben.

Tafel V.

Subarachnoidalräume und Piatrichter des menschlichen Gehirns ohne Injection.

Fig. 1. Durchschnitt der weichen Haut des Grosshirns über einem Gyrus. Auf der höchsten Wölbung des Gyrus stehen die Subarachnoidalräume in mehr einfacher Anordnung. An den Abhängen desselben nehmen die Schichten der Räume an Anzahl mehr und mehr zu; hie und da sind Querschnitte von Blutgefässen angedeutet und von der Pia dringen Gefässtrichter in die Substanz des Gehirns hinein. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gezeichnet bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (halb ausgezog. Tubus).

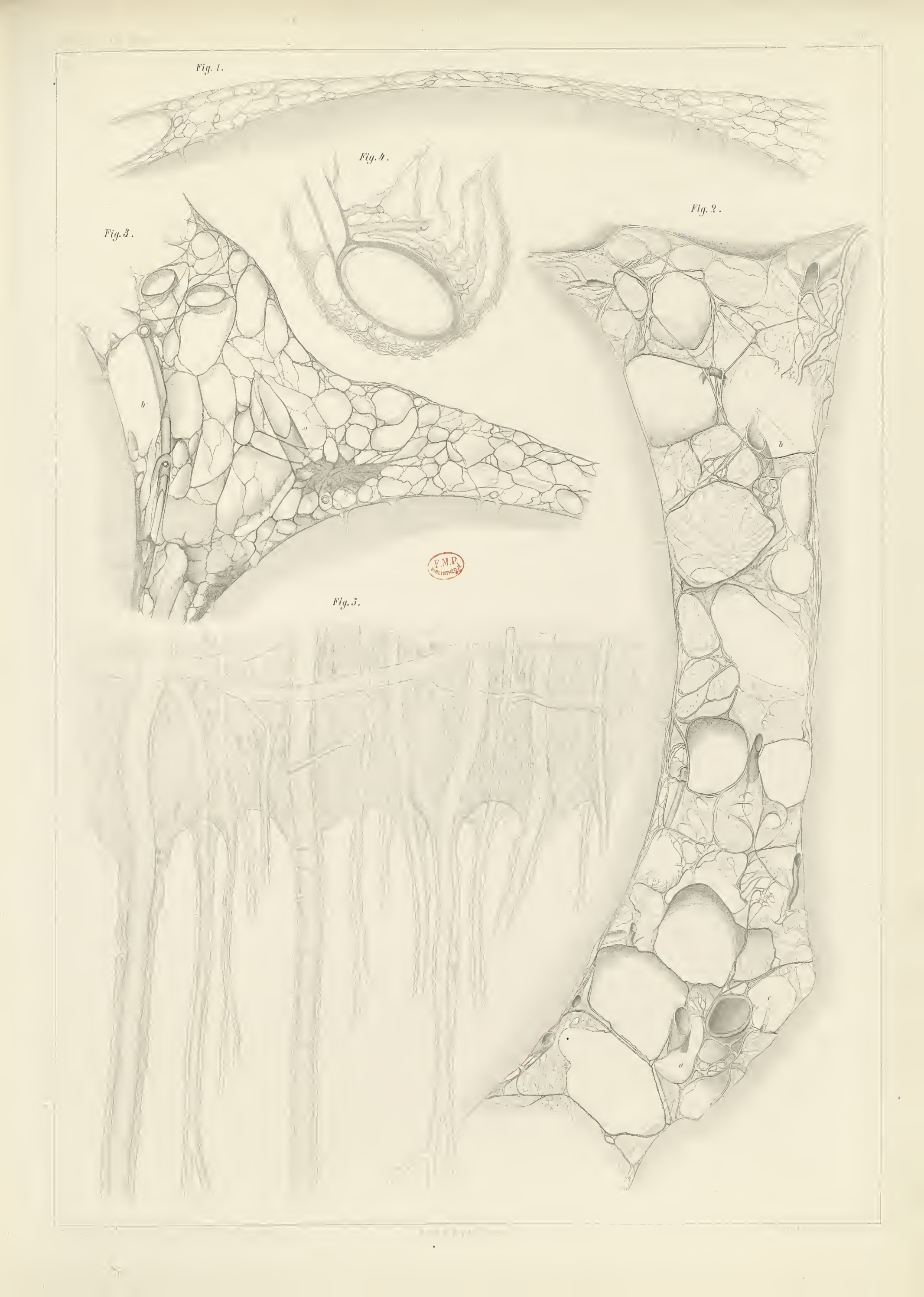
Fig. 2. Querschnitt durch eine tiefe Intergyralfurche am Grosshirn. In den dünnen Scheidewänden der Subarachnoidalräume sieht man feine verzweigte Balkenzüge und kleine Löcher. Hie und da lösen sich die Wände in Balkengewebe auf. Die Blutgefässe sind theils an den Wänden angeheftet, theils mehr dicht von Membranen oder vom Balkengewebe umsponnen. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 3. Durchschnitt der weichen Haut des Grosshirns an einer Furche. Die Subarachnoidalräume sind hier sehr reichlich in mehrfacher Lage vorhanden. Die Blutgefässe schweben in denselben theils mehr frei, theils sind sie durch Membranen und Balken aufgehängt oder an den Wänden befestigt. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei derselben Vergrösserung wie die Figur 1.

Fig. 4. Querschnitt einer Vene mit abgehendem Ast von subarachnoidalem Balkengewebe und Membranen umsponnen. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3.

Fig. 5. Die Pia einer Furche des Kleinhirns mit den ins Gehirn eintretenden, die Gefässe begleitenden und als Adventitialscheiden fortgehenden, trichterförmigen Verlängerungen (Piatrichter) aus der Gehirnsubstanz ausgezogen. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 108—109, 140.


Fig. 1.
Fig. 4.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 5.

Tafel VI.

Subarachnoidalinjectionen des menschlichen Gehirns. Alle Figuren in natürlicher Grösse gezeichnet.

Fig. 1. Gehirn von unten gesehen; das betreffende Präparat wurde so gewonnen, dass zuerst eine Injection mit einer durch lösliches Berlinerblau gefärbten Leimlösung von den Subarachnoidalräumen des Rückenmarks gemacht wurde. Nachher, sobald die Masse erstarrt war, wurde die Schädelbasis mit Schonung der Dura mater stückweise mit einer scharfen Knochenzange hinweggebrochen, und zuletzt wurde auch die Dura vorsichtig entfernt.

Man sieht eine im Allgemeinen ziemlich vollständige Injection der kleineren Subarachnoidalräume der unteren Fläche des Grosshirns; dieselben Räume des Kleinhirns sind dagegen sehr unvollständig gefüllt. Die grossen Cisternen an der Basis sind alle vollständig gefüllt und durch die erstarrte Masse in ihrer natürlichen Ausspannung gehalten. Die untere Fläche des Gehirns präsentirt sich dadurch auch ganz anders, als man sie gewöhnlich sieht; sie stellt einen treuen Abguss der Schädelhöhle dar. Wie weit die Arachnoidea in natürlicher Lage besonders seitlich an der Medulla und Pons von der Oberfläche der Gehirntheile absteht, geht aus der Figur deutlich hervor. Die Grenze der Cisterna magna cerebello-medullaris am Kleinhirn tritt scharf hervor. Die Austrittsstellen der durchgeschnittenen, ganz weiss gezeichneten Nerven sieht man in ihrer natürlichen Lage. An der unteren Fläche der Vorderlappen sieht man das 1:ste Nervenpaar, den Olfactorius, die Arachnoidea durchschimmern. Nach innen von den Fossæ Sylvii findet man die beiden durchgeschnittenen Optici, 2:tes Paar. Dicht hinter diesen sieht man die Carotides, röthlich gezeichnet, und in der Mittellinie, ein bischen weiter nach hinten, tritt der abgeschnittene Pedunculus glandulæ pituitariæ, auch röthlich gezeichnet, hervor. Es folgt dann jederseits das 3:te Nervenpaar, Oculomotorius; dann der feine Trochlearis, 4:tes Nervenpaar, eine kleine Strecke vor seinem Austreten die Arachnoidea durchschimmernd. Darnach folgt das 5:te Paar, Trigeminus, seitlich am oberen Rande des Pons; dann nach innen von diesem das 6:te Paar, Abducens; weiter nach hinten und noch mehr nach aussen als der Trigeminus, sieht man das 7:te und 8:te Paar, Facialis und Acusticus, dicht bei einander. Ein kleines Stückchen weiter nach hinten, dicht an der seitlichen Grenze der Cisterna magna findet sich das 9:te und 10:te Paar, Glossopharyngeus und Vagus, im Anschluss an einander austretend; dicht nach hinten von diesen tritt der Accessorius Willisii, das 11:te Paar, hervor, und man sieht diesen Nerven eine weite Strecke durchschimmern, bevor er austritt. Nach innen und hinten von den Austrittsstellen der genannten drei Nerven sieht man endlich das 12:te Paar, den Hypoglossus austreten. Dicht an der Stelle, wo das Mark durchgeschnitten worden ist, sieht man jederseits die röthlich gezeichneten Querschnitte der Arteria vertebralis, und dicht nebenbei nach hinten die beiden hier getrennt durchtretenden Wurzeln des ersten Halsnerven. An der Druchschnittsfläche selbst markirt sich jederseits in der blauen Masse der durchgeschnittene Accessorius Willisii, welcher hier, ziemlich dicht an der Arachnoidea, von unten nach oben verläuft.

Siehe den Text S. 92 u. f.

Fig. 2. Die untere Fläche des mittleren und des hinteren Lappens der rechten Hemisphäre des Grosshirns mit Richardsonschem Blau injicirt. In den vorderen Theilen und seitlich ist die Füllung der Subarachnoidalräume ziemlich vollständig, in den mittleren und hinteren Theilen mehr unvollständig. Die Injection folgt hier hauptsächlich den Sulci und den grösseren Gefässen mit mehrfachen, zackigen, verzweigten Ausläufern nach dem Rücken der Windungen hin.

Fig. 3. Hintere Partie des Grosshirns von der Seite her gesehen. Die Injection ist nur partiel vorgedrungen, theilweise doch mit vollständiger Füllung der Subarachnoidalräume, theilweise dagegen nur den grösseren Gefässen folgend, und zwar mit schärferer Begrenzung oder mit seitlichen, zackigen, Verzweigungen nach den umgebenden Subarachnoidalräumen hin.

Für die Fig. 2 und 3 siehe den Text S. 109—111.

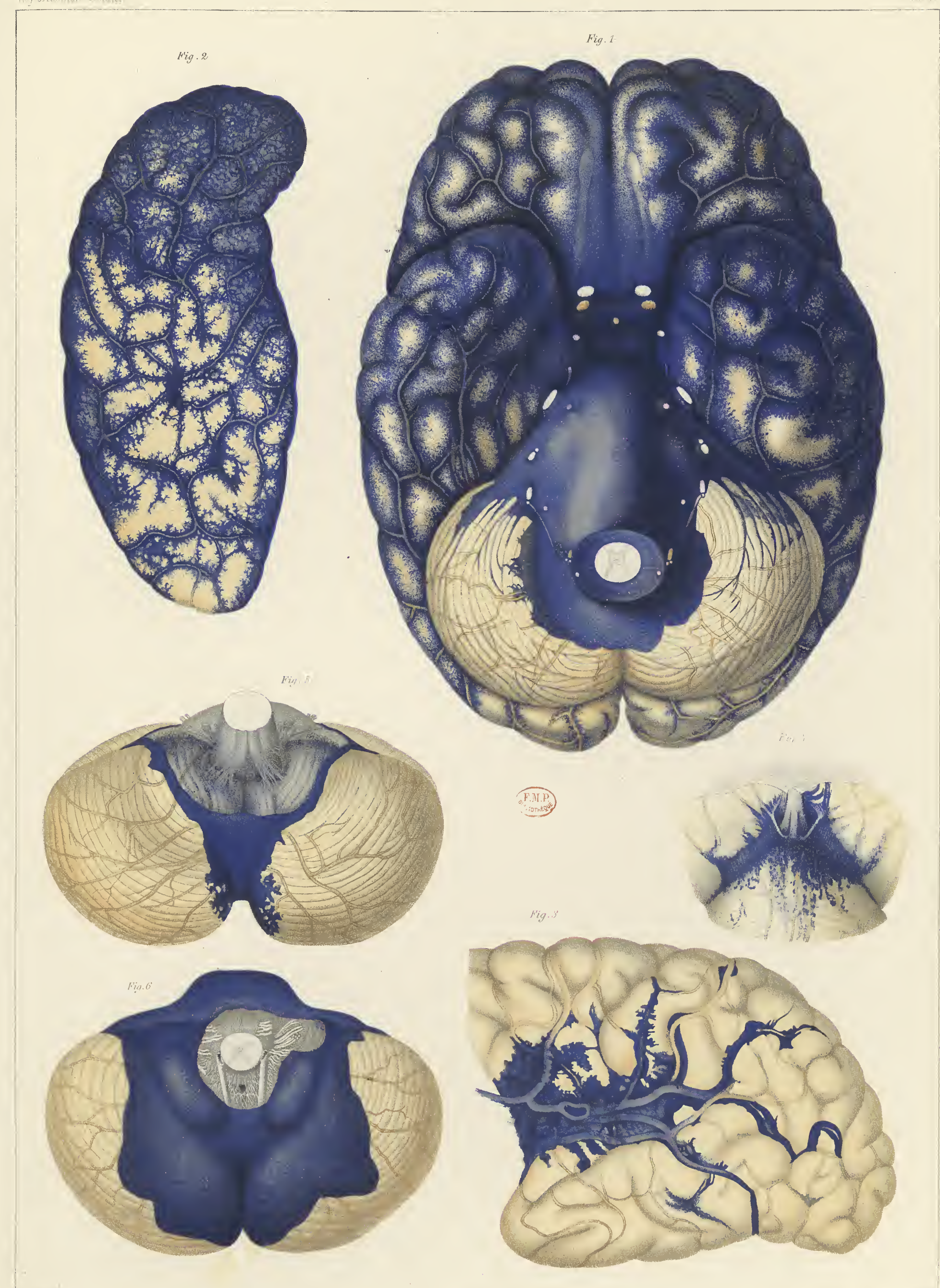
Fig. 4. Injection der Cisterna ambiens von hinten her (Fissura transversa) gesehen. Man bemerkt wie die Injectionsmasse von der Cisterne her in den nächsten Subarachnoidalräumen der oberen Fläche des Kleinhirns sich ausgebreitet hat. Ein wenig hat sie sich auch am Grosshirn ausgebreitet. Der Subarachnoidalcanal der Vena magna Galeni (Canalis Bichati) ist beim Herausnehmen des Gehirns durch Zerreissungen der Arachnoidea ringsum die eintretende Vene geöffnet. Das Loch (Foramen Bichati), durch welches man in den Canal hineinsieht, ist also ein Kunstproduct (Vergleiche die Fig. 9, 10 und 11 der Tafel III). Keine Masse war hier in den Subduralraum ausgedrungen.

Siehe den Text S. 98 u. f.

Fig. 5. Das Kleinhirn mit der Medulla oblongata und Pons von unten und hinten gesehen. Die Medulla ist vorwärts gebogen und die Arachnoidea ist in deren Umgebung weggeschnitten, um die Cisterna magna besser zeigen zu können. Diese Cisterne ist hier ganz ungewöhnlich klein. Das Foramen ist hier, wie man leicht sieht, durch eine von der Injectionsmasse blau gefärbte Membran, welche eine unmittelbare Fortsetzung der unteren Wand des Ventrikels ist, vollständig geschlossen (Vergl. die Fig. 12 der Tafel III).

Fig. 6. Dieselben Theile wie in der vorigen Figur. Die Medulla ist sehr wenig vom Kleinhirn erhoben. In der Tiefe sieht man nach innen von einem Strickwerke von Balken, das Foramen Magendii (Apertura inferior). Die Cisterna magna cerebello-medullaris ist hier ungewöhnlich gross. Die Grenzen derselben sind sehr scharf hervortretend, da sich die Injectionsmasse seitlich von derselben gar nicht ausgebreitet hat.

Für die Fig. 5 und 6 siehe den Text S. 93 u. f.


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 5
Fig. 6

Tafel VII.

Injectionen der Subarachnoidalräume und der Ventrikel des Gehirns.

Fig. 1. Sagittaler Durchschnitt des Schädels und Gehirns mit Injection der Subarachnoidalräume und der Ventrikel. Das betreffende Präparat wurde so gewonnen, dass erst eine Injection von einer durch lösliches Berlinerblau gefärbten Leimlösung in gewöhnlicher Weise in dem hinteren Subarachnoidalspatium des Rückenmarks injicirt wurde. Die Leiche wurde nachher zum Frieren gelassen; der Kopf wurde im gefrornen Zustande durchgesägt. Die Zeichnung wurde nach dem gefrornen Präparate unter genauen Messungen gemacht. Noch gefroren wurde das Präparat in Alkohol eingelegt, und nach der Erhärtung wurde die Zeichnung in ihren einzelnen Details noch einmal controllirt. Natürl. Grösse. Die Figur dürfte in ihren Einzelheiten für Alle, welche Kenntniss von den vorigen Tafeln genommen haben, leicht verständlich sein. Es ist hauptsächlich die Absicht gewesen, durch dieselbe die relative Lage der Theile des Gehirns u. s. w. bei gefüllten Subarachnoidalräumen und Ventrikeln zu zeigen. Man sieht, wie aufrecht in der That die Medulla oblongata und der Pons stehen, und wie weit der letztere mit seiner vorderen Fläche, besonders nach oben, von der Schädelfläche absteht, von dieser durch die grossen Cisternen (an der Figur die Cisterna media pontis) getrennt. Am oberen Rande des Pons findet man, wie tief die Cisternæ intercrurales (superficialis und profunda) sich einsenken; (die Scheidewand zwischen diesen beiden Cisternen ist, wie die dünnen Membranen und Balkenwerke des Subarachnoidalgewebes und die Arachnoidea selbst überhaupt, gar nicht an der Figur zu sehen, wie sie auch am Präparate bei der erwähnten Behandlung sehr undeutlich oder gar nicht hervortraten). Ringsum den Pedunkel der Hypophyse sieht man die Injectionsmasse durch die Dura fortgehen, um an der Oberfläche der Hypophyse oder Glandula pituitaria zwischen dieser und der, die Sella turcica überbrückenden Arachnoidea sich auszubreiten. An der unteren Fläche der Hypophyse bemerkt man den hier befindlichen venösen Sinus. Nach vorn von der Lamina cinerea terminalis sieht man die gleichnamige Cisterne. An der Oberfläche des Corpus callosum (im Spatium subarachnoidale corporis callosi) war die Masse in diesem Falle sehr wenig vorgedrungen. Hinten und unten an der Figur sieht man, wie das hintere Subarachnoidalspatium des Rückenmarks in die Cisterna magna cerebello—medullaris übergeht. Der Durchschnitt geht hier gerade durch die Vallecula, und man bemerkt, dass der Falx cerebelli sich hier, entsprechend der Incisura marginalis posterior, in die Cisterne hineinschiebt. Von der Cisterna magna cerebello—medullaris setzt sich die Injectionsmasse direct (durch das Foramen Magendii oder Apertura inferior ventric. quarti) in den vierten Ventrikel fort. Wenn man diese Figur mit der Figur 8 der Tafel III vergleicht, wird man es leicht verstehen, wie es kommt, dass man bei einer solchen Füllung und an einem Schnitt, welcher gerade durch das foramen Magendii geht, gar nichts von der unteren Wand des vierten Ventrikels bemerkt. Am Schädelgewölbe sieht man den durchgesägten Sinus longitudinalis; nach unten von diesem ist der Falx cerebri entfernt. Nach hinten findet man bei Torcular Herophili die Mündung des Sinus transversus und den von hier nach vorn oberhalb des Cerebellum gehenden, durch seine ganze Länge geöffneten Sinus tentorii, von welchem dicht am Splenium corporis callosi die Vena magna Galeni abgeht. Man sieht weiter, wie tief das Subarachnoidalspatium (Spatium subarachnoidale corpor. quadrigem. oder der hintere mittlere Theil der Cisterna ambiens) zwischen der Eintrittsstelle der genannten Vene und den Corpora quadrigem. ist, und wie die Injectionsmasse hier theils nach hinten zwischen dem Cerebellum und der Valvula Vieussenii oder Velum medullare anterius, theils nach vorn in der Tasche zwischen dem Conarium mit seinem dünnen Markblatte (Commissura posterior ventric. tertii) einerseits und der Lamina corporum quadrigem. andererseits fortgeht. Im dritten Ventrikel sieht man, wie die Masse oberhalb des Conarium an seiner ganzen oberen Fläche bis zur Spitze in dem Recessus supra conarium (Recessus suprapinealis, Reichert) liegt. In der Mitte des dritten Ventrikels findet man die quer durchgeschnittene, weiss gezeichnete Commissura mollis. In den fünften Ventrikel war, so weit wir finden konnten, keine Masse hineingedrungen, und er ist deswegen auch als leer gezeichnet.

Fig. 2. Querschnitt eines Gehirns, mit dem betreffenden Schädel, ebenso behandelt wie der in der vorigen Figur abgebildete. Natürl. Grösse. Der Schnitt geht durch das Os sphenoideum an dem hintern Theil der Sella turcica, dicht in der Nähe und nach hinten von dem Pedunkel der Glandula pituitaria. Man sieht u. A. die gefüllten Seitenventrikel, wie es scheint, in ziemlich natürlicher Ausspannung; ebenso den dritten Ventrikel. Die feinen, blauen Linien, welche von dem letzteren unterhalb des Fornix zu den Seitenventrikeln gehen, waren am Präparat ganz so zu sehen, wie sie abgebildet sind, und hängen davon ab, dass das Velum triangulare von der Injectionsmasse durchdrungen ist (Vergleiche Fig. 4 Tafel IV). An der durchgeschnittenen Glandula pituitaria oder Hypophyse bemerkt man an der oberen Fläche zwischen ihr und der die Sella turcica überbrückenden Dura, die Injectionsmasse in den hier befindlichen Raum, wie in der vorigen Figur, hineingedrungen. An der unteren Fläche der Hypophyse findet man den durchgeschnittenen venösen Sinus intercavernosus inferior, über die ganze Fläche sich ausbreitend. Seitlich am Os sphenoideum sieht man sowohl die hier durchgeschnittenen venösen Sinus mit dem von der Injectionsmasse umgebenen Nervus abducens, wie auch den Nervus trigeminus mit der Injectionsmasse, sowohl in ihrer Umgebung, als zwischen ihren einzelnen Bündeln. Oben an der Figur bemerkt man die injicirten Arachnoidalzotten, theils in den Sinus longit. hineindringend, theils in den venösen Seitenlacunen steckend (Vergl. Fig. 4 Tafel XXIX).

Fig. 3. Nach einem mit gefärbter Leimlösung injicirten Präparate in natürl. Grösse gezeichnet. Die erstarrende Injectionsmasse war nicht in die Ventrikel hineingelangt, dagegen war sie von der Cisterna ambiens oder, wenn man so will und wie die Figur zeigt, vom Spatium subarachnoidale corpor. quadrigeminorum in das Velum triangulare hineingedrungen und hatte vollständig die Subarachnoidalräume desselben gefüllt.

Fig. 4. Zeigt den Querschnitt einer Vene in dem injicirten Subarachnoidalgewebe aufgehängt; die Injectionsmasse ist aus den Subarachnoidalräumen ausgewaschen, und nur ihre Wände sind noch davon blau gefärbt Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3.


Fig. 1.
Fig. 4.
Fig. 2.
Fig. 3.
SH H St A C Tr.

Tafel VIII.

Subarachnoidalinjectionen des menschlichen Gehirns von dem hinteren Subarachnoidalspatium der Rückenmarks aus gemacht.

Fig. 1. Querschnitt einer Intergyralfurche mit umgebenden Theilen. Die Injectionsmasse bestand aus Leimlösung mit löslichem Berlinerblau gefärbt, und sie war deswegen in den Räumen erstarrt. Man findet, dass sie die sämmtlichen Subarachnoidalräume vollständig gefüllt, sowohl diejenigen, in welchen die (längs oder quer getroffenen) Blutgefässe (*B*, *B'*) gehen, als auch die, welche keine Gefässe enthalten, ebenso wie das Balkengewebe in der Umgebung der oberflächlich belegenen groben Vene. Die Pia mater ist durch Zerrung des Präparates überall von der Hirnoberfläche mehr oder weniger entfernt; man sieht, wie die Masse in den so entstandenen Raum zwischen Pia und Gehirn (Epicerebralraum, His) gar nicht ausgetreten ist; in den Piatrichtern (*T*) dagegen und den Adventitialverlängerungen derselben läuft sie ringsum die Gefässe in das Gehirn hinein. Gezeichnet bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3.

Fig. 2—6, bei schwacher Vergrösserung gezeichnet, zeigen verschiedene Grade der Füllung der Subarachnoidalräume an der Oberfläche der Gehirns. Die weiche Haut ist in ihrer natürlichen Lage von aussen her gesehen. Man findet, dass die Injectionsmasse theilweise mehr ausschliesslich den Gefässen folgt, in ihren Subarachnoidalgängen, entweder einseitig oder doppelseitig liegend, oder auch die Gefässe ganz umhüllend; an anderen Stellen sieht man, wie die Masse sich seitlich von den Gefässgängen ausbreitet, die Räume zwischen den Gefässen mehr oder weniger vollständig erfüllend. An der Fig. 3 sieht man subarachnoidale Gänge aus der Tiefe der Furchen emporsteigen, um an der Oberfläche in vollständig injicirte Partien überzugehen.

Siehe den Text S. 109—110.

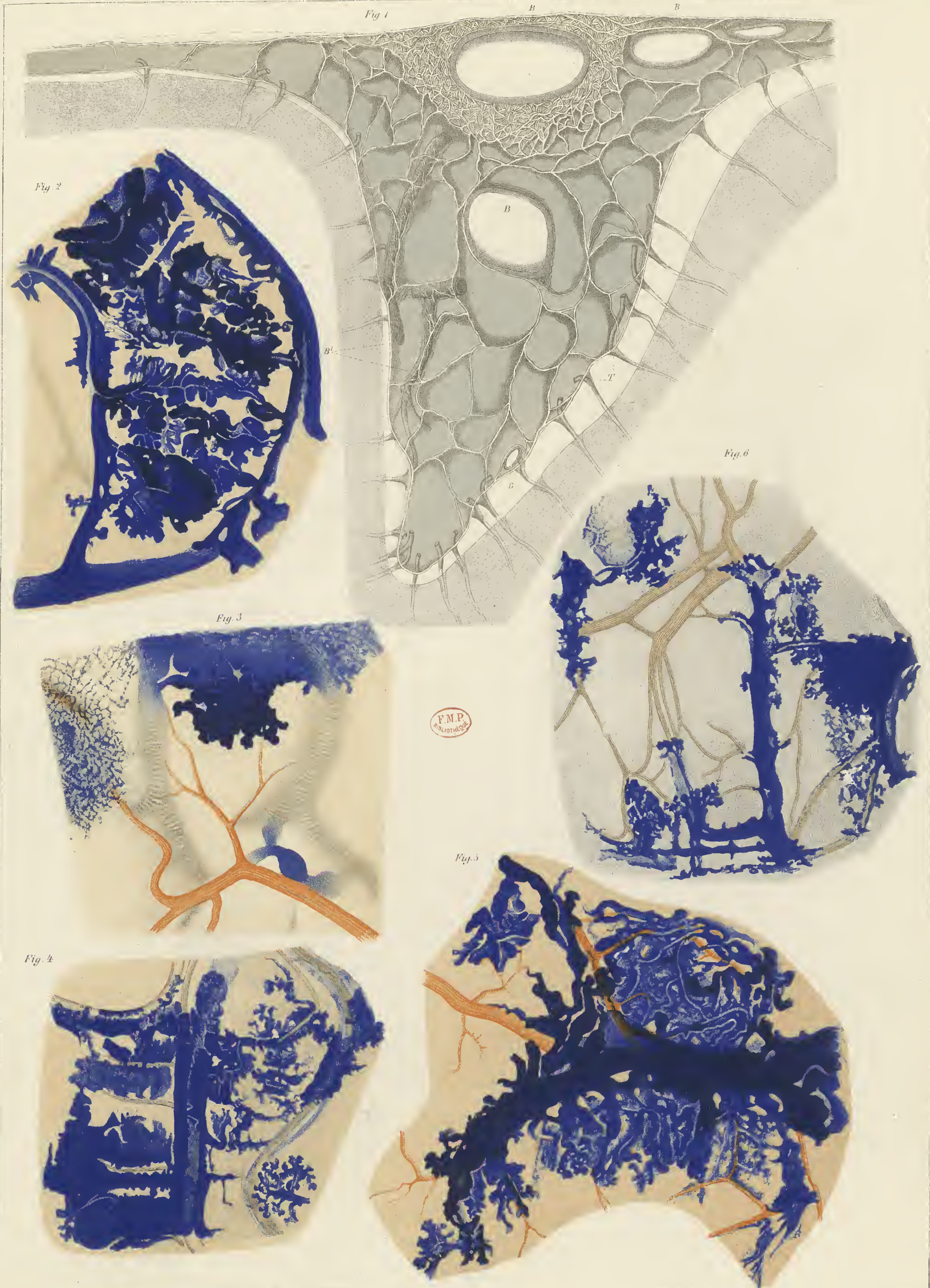


Fig 1 gez v Th. Lundberg. Fig. 2 - 5 gez v B. Björkman. Dir v A. Key & G. Retzius. Lith. Central Tryckeriet (f d Schlachter & Beede) Stockholm.

Tafel IX.

Injectionen der Subarachnoidalräume (Fig. 1) mit den pialen Gefässtrichtern (Fig. 2—4) sammt einer Stichinjection (Fig. 5) des menschlichen Gehirns. Die Subarachnoidalinjectionen sind mit Richardsonschem Blau vom hinteren Subarachnoidalspatium des Rückenmarks her gemacht. Alle Figuren bei schwacher Vergrösserung gezeichnet.

Fig. 1. Eine Partie der weichen Haut von der oberen Fläche des Gehirns, nach Abtrennung und Ausbreitung der Haut, von der äusseren Oberfläche her gesehen. Die Injectionsmasse ist in dieser Partie hauptsächlich nur in der Umgebung der Blutgefässe, d. h. in den Subarachnoidalcanälen derselben vorgedrungen und hat sich sehr wenig in den übrigen Subarachnoidalräumen ausgebreitet. Die Stelle in der rechten Hälfte der Figur, wo die Injection mehr dicht ist und deutlich in mehreren Schichten liegt, entspricht einer Intergyralfurche, aus welcher die sich in dieselbe einsenkende Verlängerung der Haut ausgezogen worden ist.

Fig. 2. Querschnitt von der Oberfläche des Rückenmarks mit den innersten Theilen der weichen Haut. Man sieht, wie die Injectionsmasse in die mit den Gefässen in die Rückenmarkssubstanz hineingehenden Fortsetzungen der Pia fortgeht. Links ist die Pia künstlich von der Oberfläche ein wenig abgehoben, wodurch ein Zwischenraum entstanden ist. Man bemerkt, dass gar keine Masse in diesen Raum ausgetreten ist. Gezeichnet bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

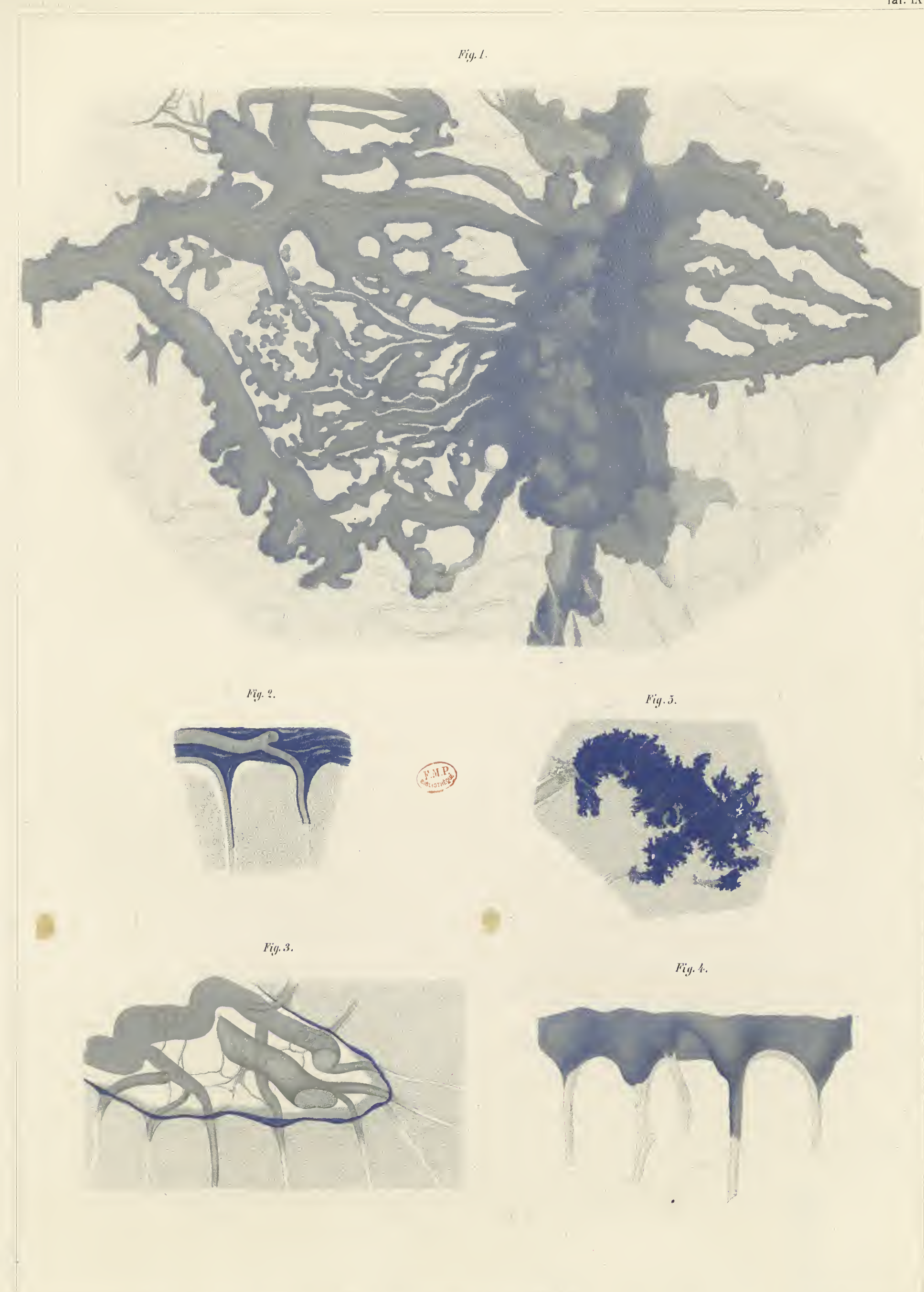
Fig. 3. Querschnitt des tiefsten Theils einer Intergyralfurche vom Grosshirn. Man sieht die Blutgefässe in den Subarachnoidalräumen aufgehängt. Die Injectionsmasse ist aus den Räumen entfernt, hat aber ihre Wände ebenso wie die Pia und die Gefässe gefärbt. Die Pia liegt der Gehirnoberfläche dicht an. (Die perspectivische Zeichnung der Pia ist in der Figur etwas zu stark gefärbt). Die Injectionsmasse ist jederseits mit den Piatrichtern in das Gehirn ringsum die Gefässe eingedrungen, ohne zwischen Pia und Gehirnoberfläche auszutreten. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 4. Stellt die Piatrichter aus der Gehirnsubstanz ausgezogen und theilweise mit ihren adventitialen Fortsetzungen gefüllt dar.

Siehe den Text S. 109 und 110.

Fig. 5. Stichinjection in der Substanz des menschlichen Gehirns. Die Injectionsmasse ist an den Gefässen zwischen den Adventitialscheiden und der umgebenden Hirnsubstanz vorgedrungen, zackige Ausläufer seitlich in die Hirnsubstanz einsendend.

Siehe den Text S. 153.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 5.
Fig. 3.
Fig. 4.

Tafel X.

Die Figuren dieser Tafel stellen Balken und Häutchen aus dem Subarachnoidalraum des Rückenmarks, sowie Partien der Arachnoidea spinalis dar.

Fig. 1 und 2. Freie subarachnoidale Balken mit vollständig bewahrter Häutchenzellenscheide, welche in Fig. 1 das Fibrillenbündel eng umschliesst, in Fig. 2 vom Bündel weiter absteht. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gezeichnet bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). Vom Hunde.

Fig. 3. Verzweigung (Anastomosirung) von subarachnoidalen Balken, deren Zellenscheide an der Verflechtungsstelle weiter absteht, häutchenartige Ausbreitungen bildend. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). Vom Hunde.

Fig. 4. Partie der Innenfläche der Arachnoidea aus verflochtenen Fibrillenbündeln in mehrfacher Schicht bestehend, deren Lücken meistentheils durch Häutchenzellen ausgefüllt sind; hie und da sind aber diese Lücken ohne solche Ausfüllung, wobei tiefere Balkenschichten mit Zellenhäutchen an ihrem Boden erscheinen. Aus der so gebauten Arachnoidea steigen nun mehrere freie Balken hervor, deren Zellenscheiden mit dem innersten Zellenhäutchen der Arachnoidea direct zusammenhängen; diese freien, subarachnoidalen Balken treten ferner zu einem geplatteten Häutchen zusammen, indem sie sich mit einander verflechten, um sich dann wieder zu verzweigen. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). Vom Hunde.

Fig. 5. Ein subarachnoidaler Balken, welcher unter vielfacher Verzweigung an der Innenfläche der Arachnoidea wurzelt, indem die Zweige, nach verschiedenen Richtungen auseinander fahrend, sich als Fibrillenbündel dieser Haut fortsetzen. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3. Von der Katze.

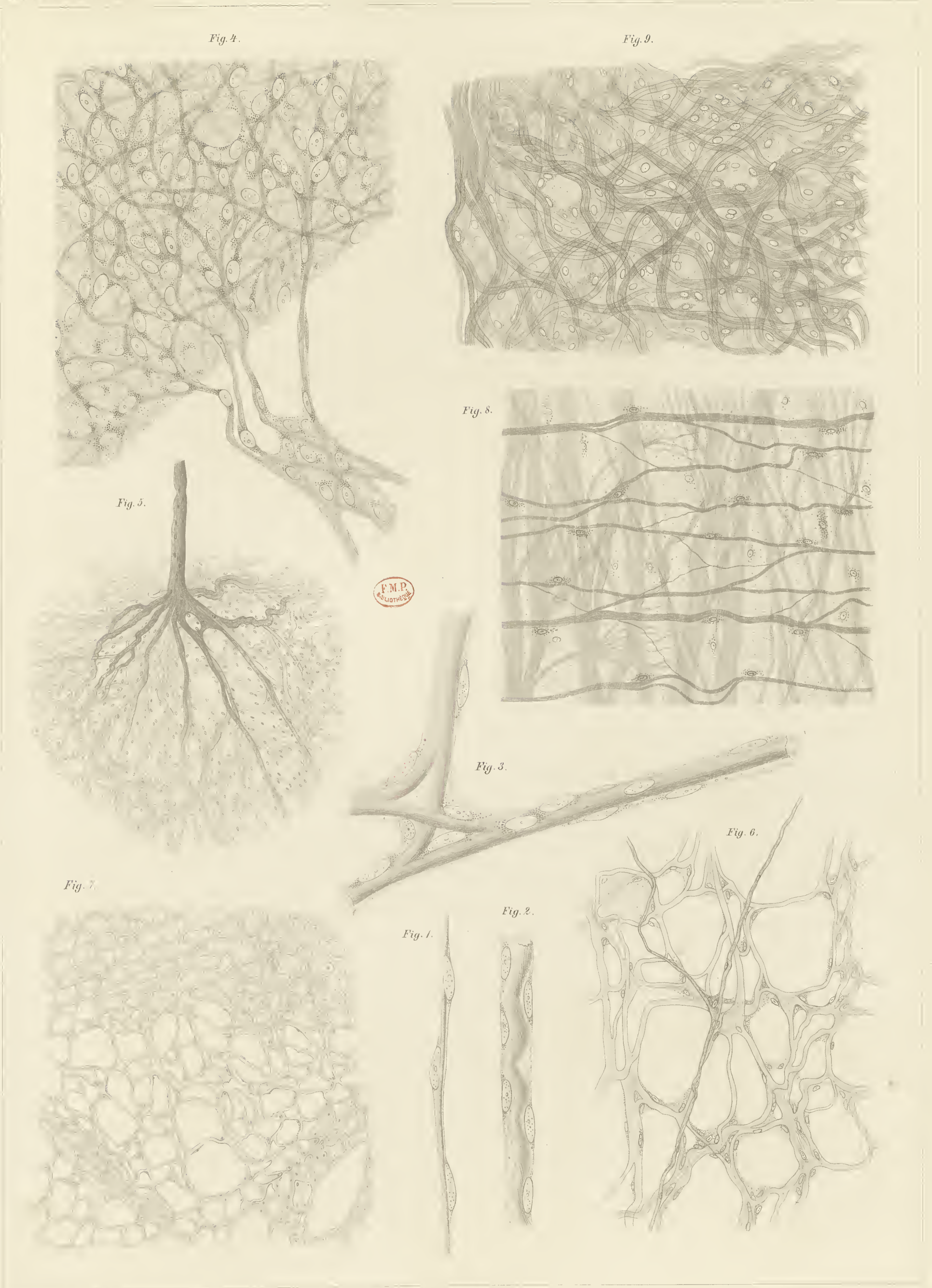
Fig. 6. Ein stark fenestrirtes, subarachnoidales Balkenhäutchen, welches eben durch Verflechtung der Balken entstanden ist; hie und da an den Ecken der Maschen sieht man indessen das bekleidende Zellenhäutchen schwimmhautartig ausgespannt. Ueber das ganze Balkennetz läuft ein freier Balken, der sich nur an einer Stelle mit den Balken des Häutchens verbindet. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 2 (ausgezog. Tubus). Vom Menschen.

Fig. 7. Ein von der Umgebung einer Nervenwurzel genommenes, subarachnoidales Häutchen, welches unten stark fenestrirt ist, oben aber seine Lücken viel mehr durch Zellen gefüllt zeigt. Behandl. mit Chromsäure und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3. Vom Menschen.

Fig. 8. Partie der Innenfläche der Arachnoidea spinalis, welcher ein aus länglichen Maschen bestehendes Balkennetz frei anliegt, hie und da Wurzeln zur Arachnoidea sendend. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul 3 (ausgezog. Tubus). Vom Menschen.

Fig. 9. Partie der Innenfläche der Arachnoidea; zwischen den verflochtenen Fibrillenbündeln sieht man das Zellenhäutchen sich ausspannen; hie und da sind aber Lücken durch die Zerreissung dieses Zellenhäutchens entstanden. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). Von der Katze.

Siehe den Text S. 125—135.


Fig. 4.
Fig. 9.
Fig. 8.
Fig. 5.
Fig. 3.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 2.
Fig. 1.

Taf. XI.

Die Figuren dieser Tafel stellen Partien von Subarachnoidalhäutchen dar. Alle sind dem Menschen entnommen.

Fig. 1 giebt einige freie oder mit einander verflochtene Balken wieder, an denen die Häutchenzellen theils noch in ihrer natürlichen, scheidenförmigen Anordnung liegen, theils sich mehr oder weniger abgelöst und frei flottirend befinden. Die Balken stammen aus einer subarachnoidalen Deckmembran von einer Nervenwurzel des Rückenmarks. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol, Färbung mit Rosanilin; bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

Fig. 2. Ein durchlöchertes Häutchen vom Subarachnoidalraum des Rückenmarks, mit salpetersaurer Silberlösung behandelt. Die zackigen Grenzen der Häutchenzellen treten dadurch deutlich hervor, sowohl an den flächenartig ausgebreiteten Partien, als an den Balken. Bei Hartn. Obj. 7 und Ocul 3 gezeichnet.

Fig. 3. Ein Häutchen aus dem Septum posticum des Rückenmarks, wo man die Löcher zwischen den reichlich verflochtenen Balken grösstentheils durch Häutchenzellen ausgefüllt findet. Die roth gefärbten, verschieden grossen Kerne liegen theils an der oberen, theils an der unteren Fläche des Häutchens. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol, Färbung mit Rosanilin. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3.

Fig. 4. Ein dem Subarachnoidalraum des Rückenmarks entnommenes, schön durchlöchertes Häutchen, welches mit langen, fadenartigen, in die Arachnoidea auslaufenden Balken an dieser Haut befestigt ist, um von diesen Ansätzen an frei im Subarachnoidalraum, ein grösseres Blutgefäss (*N*) überbrückend und dasselbe gleichsam an der Arachnoidea aufhängend, an einer anderen entfernten Stelle wieder durch Balkenausläufer in die Arachnoidea überzugehen. Links läuft ein kleineres Blutgefäss (*B*) in dem Häutchen. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 4 (halb abgeschraubt) und Ocul. 3.

Fig. 5. Häutchen aus dem Subarachnoidalraum des Rückenmarks, der Umgebung einer Nervenwurzel entnommen. Das obere verzweigte und durchlöcherte Häutchen breitet sich mit Wurzeln, die aus mehr oder weniger zahlreichen Balken bestehen, in ein unterliegendes, vollständigeres Häutchen aus. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (eingeschob. Tub.).

Siehe den Text S. 125—135.



Fig. 4

N

B

Fig. 5

Fig. 1

Fig. 3

Fig. 2

Tafel XII.

Alle Figuren dieser Tafel stellen Häutchen und Balkennetze dar, die den Subarachnoidalräumen des menschlichen Gehirns entnommen sind.

Fig. 1. Ein derartiges Häutchen aus einer der Cisternen an der Basis des Gehirns; das Häutchen wurde in natürlicher Ausspannung mit Ueberosmiumsäure behandelt und erst nach dieser Erhärtung ausgeschnitten und untersucht. Es stand wie ein gespanntes Segel in der Cisterne; von seinen Ecken und von dem einen Rande gehen die dasselbe an anderen Häutchen befestigende Balkenzüge ab. Gezeichnet bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3.

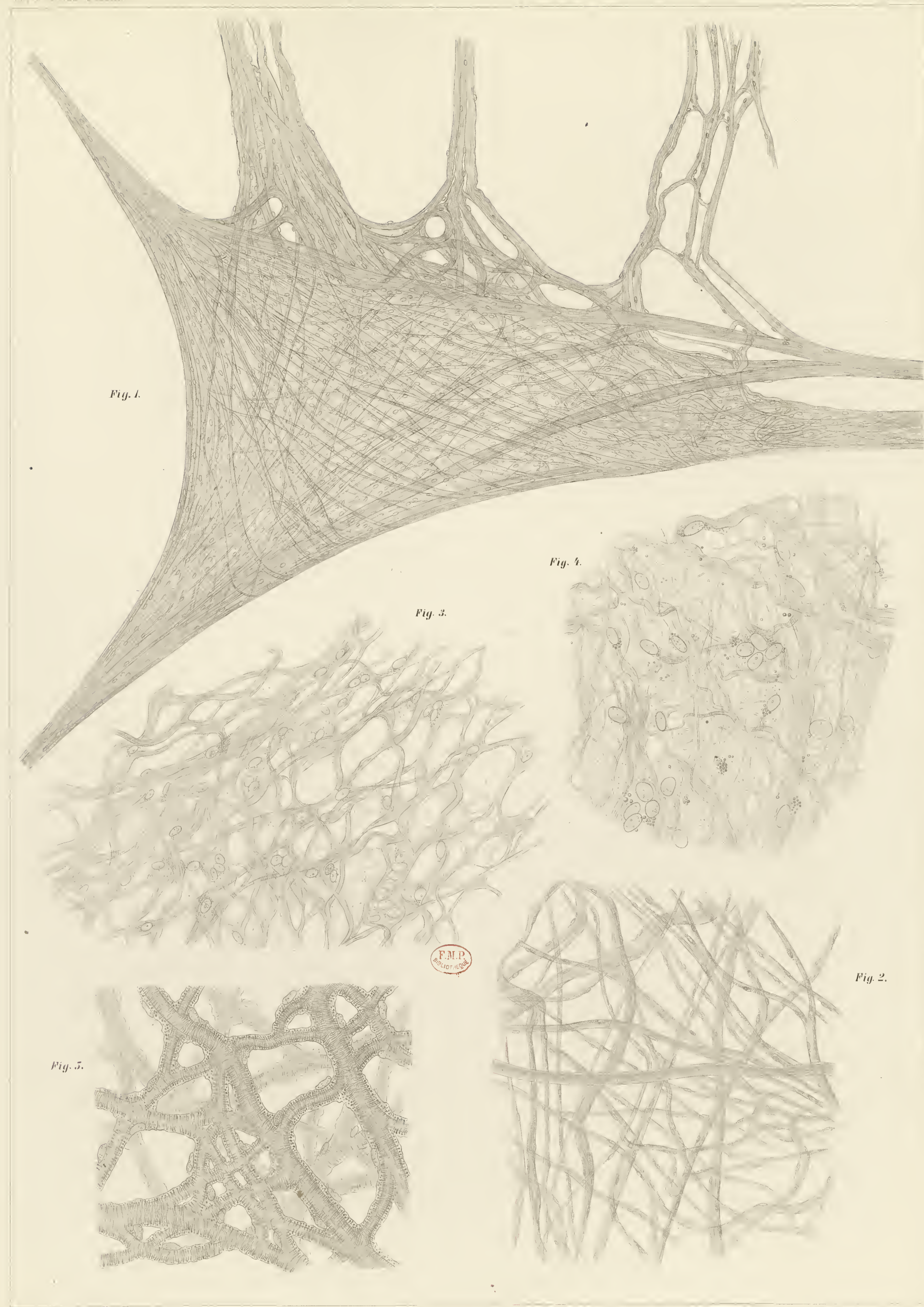
Fig. 2. Ein Netz von freien, in verschiedener Tiefe angeordneten Balken, welche nur hie und da mit einander anastomosiren; sie sind von ihren Häutchenzellenscheiden umgeben, aber zwischen ihnen sind nicht Zellenhäutchen ausgespannt; quer über die Figur geht ein Balken mit Fibrillenscheide. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 3. Ein aus Balken gewebtes Häutchen, dessen Lücken theilweise mit Häutchenzellen ausgefüllt sind; an einigen Stellen liegen die Zellenkerne zu Nestern angeordnet. Behandl. mit Ueberosmiumsäure in natürlicher Lage. Einer Cisterne der Gehirnbasis entnommen. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3.

Fig. 4. Ein wenig fenestrirtes Häutchen von den Räumen der Umgebung des Sinus longitudinalis. In der Nähe der Kerne, welche hie und da in Nestern beisammenliegen, sowie auch anderswo am Häutchen zerstreut, befinden sich rundliche, glänzende, pigmentirte Körner. Mit Ueberosmiumsäure in natürlicher Lage behandelt. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 2 (eingeschob. Tubus).

Fig. 5. Ein Balkennetz aus der Cisterna pontis, welches ganz aus den mit Fibrillenscheide umgebenen Balken besteht. Behandl. mit Müllerscher Lösung. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 125—135.


Fig. 1.
Fig. 4.
Fig. 3.
Fig. 2.
Fig. 5.

Tafel XIII.

Arachnoidea, Subarachnoidalhäutchen und Innenfläche der Dura mater.

Fig. 1. Innere Fläche einer Partie der menschlichen Arachnoidea cerebri, wo sie über die Cisternæ pontis verläuft; aus der flächenhaft ausgebreiteten Arachnoidea steigen Balkenwurzeln auf, die zu einem verzweigten, frei auf der Arachnoidea liegenden Balkennetz zusammentreten. Behandl. mit Ueberosmiumsäure in natürlicher Lage. Gezeichnet bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 2 (eingeschob. Tubus).

Siehe den Text S. 137—139.

Fig. 2. Partie der Oberfläche des Falx cerebri beim Menschen; auf derselben liegt ein freies, verzweigtes Balkennetz, welches hie und da nach der Oberfläche des Falx Wurzeln sendet, die ihre Bälkchen in derselben ausbreiten oder sogar nach schneller Verengerung wieder pinselförmig in ihr ausstrahlen; eigenthümliche, runzelige Partien kommen hie und da an diesem Balkennetz vor. Das bekleidende Endothel desselben geht an den Wurzeln unmittelbar in das Endothelhäutchen der Oberfläche des Falx über. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Siehe den Text S. 162.

Fig. 3. Partie eines subarachnoidalen Häutchens von der oberen Wölbung des menschlichen Gehirns unweit der Fissur. longitudin. genommen. Die Kerne sind von einer reichlichen, verzweigten Protoplasmazone umgeben, welche der Oberfläche des Häutchens folgt und durch Anastomosiren ein protoplasmatisches Netz bildet. Glänzende, pigmentähnliche Körner liegen am Häutchen zerstreut. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 4. Partie eines schwach fenestrirten, subarachnoidalen Häutchens von der Cisterna magna an der unteren Fläche des Kleinhirns vom Menschen. An demselben laufen eine schlingende, mit Adventitialscheide versehene Arterie und ein aus nur drei Fasern bestehender Nerv; beide sind von geraden Bindegewebsbalken, die im Häutchen verlaufen, verstärkt. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul 3 (eingeschob. Tubus).

Siehe den Text S. 140—141 und 135.

Fig. 5. Innere Fläche einer Partie der Arachnoidea spinalis cervicalis vom Hunde, mit einem aufliegenden, freien Balken, der aus einigen markhaltigen Nervenfasern und einem Paar begleitender Fibrillenbalken, sowie aus einer umgebenden Zellenscheide besteht; der Balken ist mittelst einem dreieckigen Ansatze an der Innenfläche der Arachnoidea aufgehängt. An der Mitte des Balkens ist die Zellenscheide zerrissen und ein Fibrillenbälkchen hier frei austretend. Unten ist dieselbe Scheide auch abgelöst und frei flottirend. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3.

Siehe den Text S. 135 und 141.

Fig. 6. Partie des Endothels von der Aussenfläche der Arachnoidea spinalis beim Menschen; rechts sieht man dasselbe von der Seite her im optischen Durchschnitt. Die Kerne liegen in mehr als einer Schicht; die Zellengrenzen sind nicht sichtbar. Gefärbte glänzende Körner sind hie und da, besonders in der Umgebung der Kerne, vorhanden. Im frischen Zustande mit äusserst schwacher Ueberosmiumsäure behandelt. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 137.

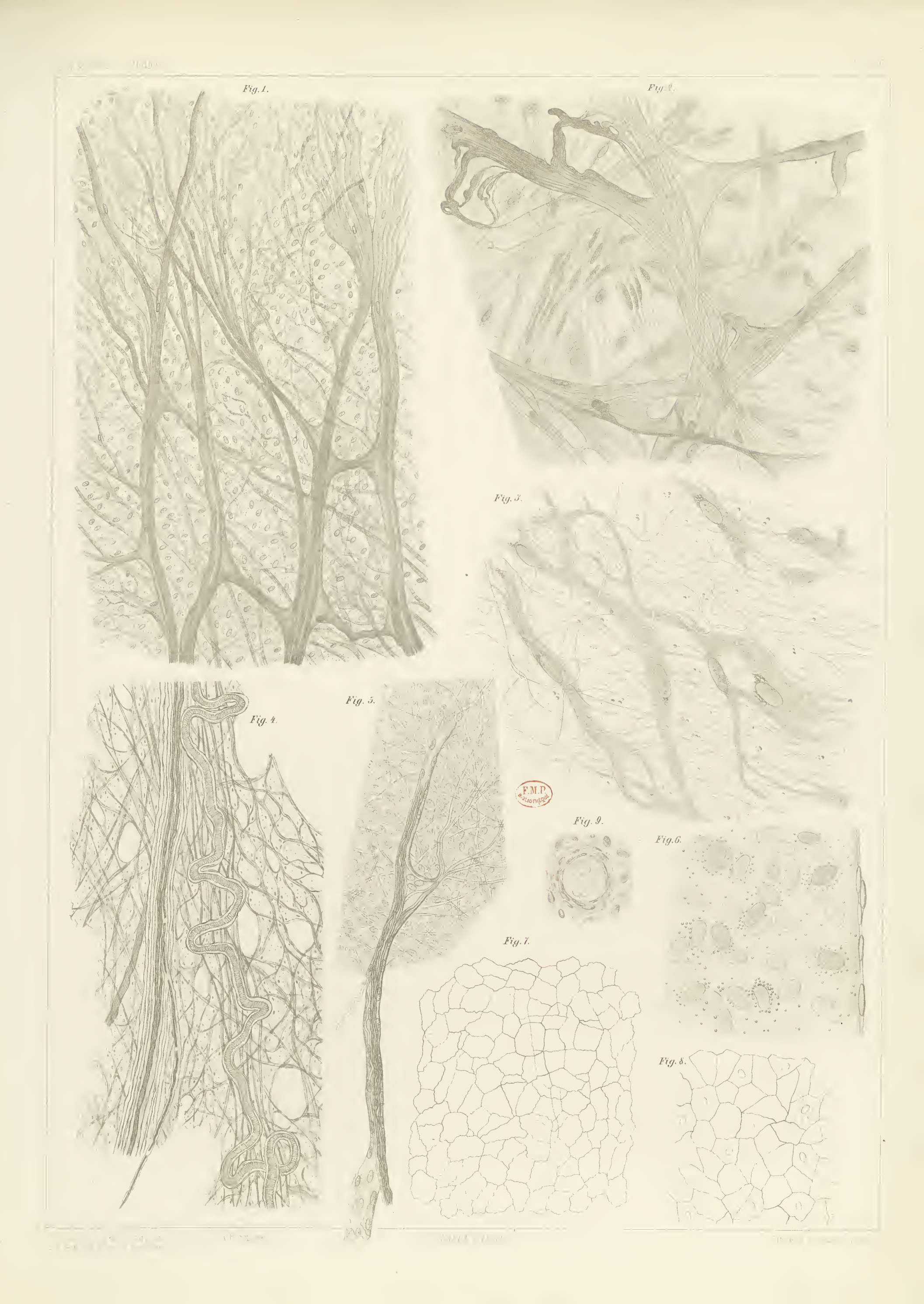
Fig. 7. Endothel der Aussenfläche der Arachnoidea spinalis beim Kaninchen, mit Silberlösung dargestellt. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 2 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 137.

Fig. 8. Endothel der Aussenfläche der Arachnoidea spinalis beim Hunde, mittelst Silberlösung dargestellt. Ein doppeltes Zellenlager tritt hier hervor; hie und da sieht man die Kerne der Zellen. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 2 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 137.

Fig. 9. Eins der geschichteten, an der Arachnoidea spinalis des Menschen oft vorkommenden, Knötchen, in dessen Mitte man eine Kernansammlung sieht und die mit Endothelzellen umscheidet ist. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.

Tafel XIV.

Die Figuren dieser Tafel stellen meistentheils von elastischen Fasernetzen umsponnene Balken aus den Subarachnoidalräumen der Basis des menschlichen Gehirns dar.

Fig. 1 und 2. Balken, die frisch, ohne Zusatz von Reagentien, untersucht sind. Ihre Zellenscheiden sind grösstentheils abgelöst und frei flottirend. Gezeichnet bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 3. Ein mit schwacher Ueberosmiumsäure behandelter Balken, an dem umspinnende, elastische Fasern zu sehen sind. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 4 und 5. Balken, die frisch in Wasser untersucht sind, an welchen sich innerhalb der glashellen, kernführenden Zellenscheide, von ihr getrennt, die Balken umstrickende, elastische Fasernetze befinden. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 6. Ein mit Essigsäure behandelter Balken, an welchem die Zellenscheide noch geblieben ist, aber keine umspinnende Fasernetze (keine Einschnürungen) zu sehen sind. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (Eingeschob. Tubus).

Fig. 7, 8 und 9. Balken, die mit reichlichen, theilweise flächenhaft zu Platten verbreiteten (Fig. 8 und 9), elastischen Fasernetzen versehen sind. Die äussere Zellenscheide ist abgefallen. An der Fig. 9 sieht man unten eine Fibrillenscheide den Balken umgeben, innerhalb welcher das elastische Fasernetz sich fortsetzt. Alle drei Balken mit Ueberosmiumsäure behandelt. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 10, 11 und 12. Balken, die mit Essigsäure behandelt sind, wodurch das bindegewebige Fibrillenbündel stark angeschwollen und zu einer durchsichtigen Masse verwandelt ist; die umspinnenden, elastischen Fasernetze treten dagegen scharf hervor und verursachen an der angeschwollenen Fibrillenbündelmasse Einschnürungen, zwischen welchen die fragliche Masse sich bauchig hervorwölbt. An allen drei Balken ist die Zellenscheide abgerissen. In der Fig. 11 trägt der verzweigte Balken eine durch die Essigsäure etwas homogener gewordene Fibrillenscheide. In der Fig. 12 laufen längs des Balkens zwei longitudinale, elastische Fasern. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

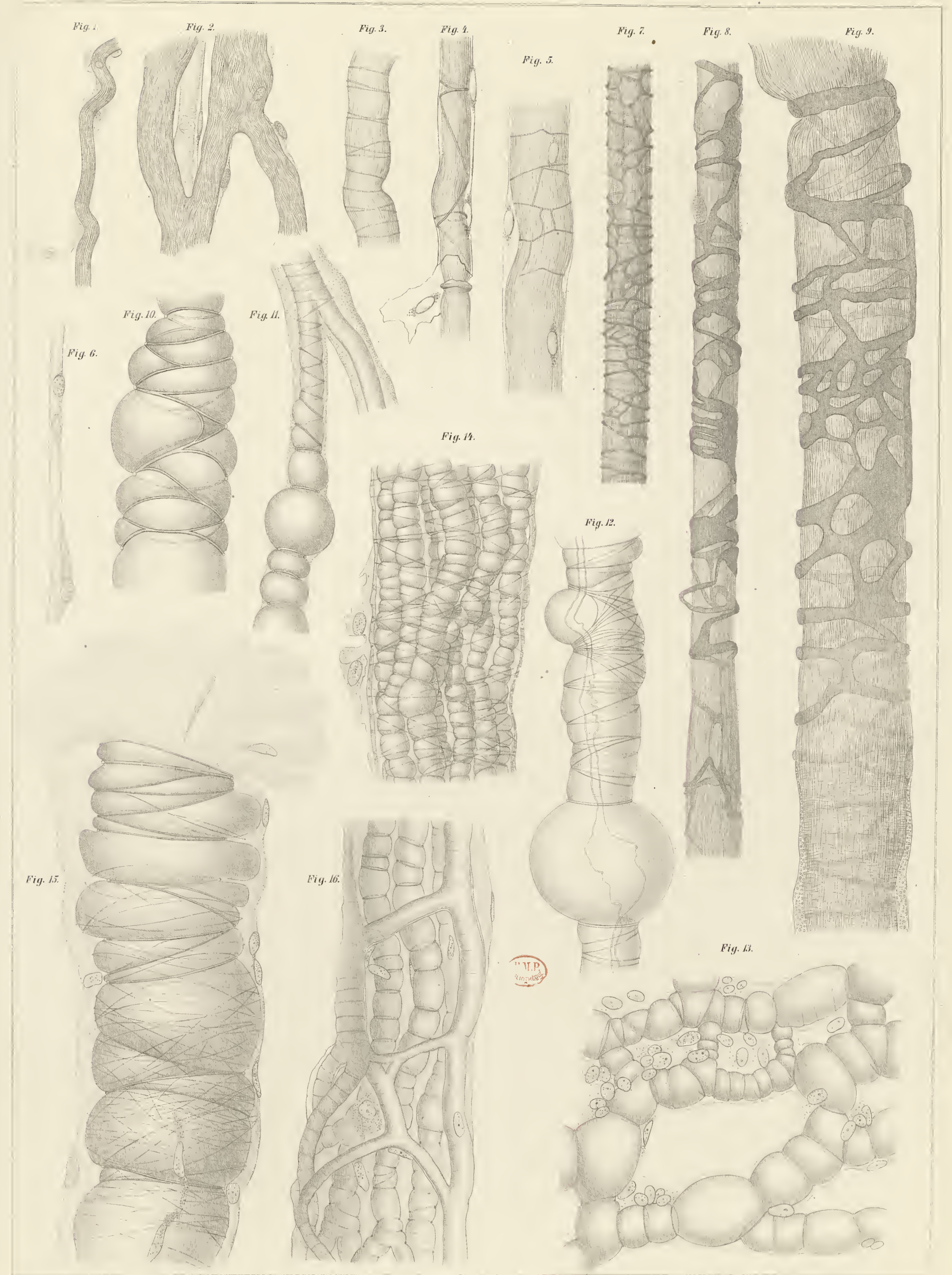
Fig. 13. Partie eines mit Essigsäure behandelten fenestrirten Balkenhäutchens, dessen Balken mit umspinnenden, elastischen, Einschnürungen verursachenden Fasern versehen sind, die aber ihre bekleidenden, von diesen Fasern ganz unabhängigen Zellenscheiden und Zellenhäutchen tragen. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 14. Ein mit Essigsäure behandelter, zusammengesetzter Balken, welcher aus mehreren getrennten Balken besteht, von denen jeder von seinen elastischen Fasern umsponnen und mit seiner Zellenscheide versehen ist; nach aussen hin ist der Balken von einer gemeinsamen Scheide zusammengehalten, in welcher ein Netzwerk bildende, elastische Fasern laufen; von dem die Scheide auswendig bekleidenden Zellenhäutchen sind links grössere, abgelöste, kernführende Partien vorhanden. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 15. Ein mit Essigsäure behandelter, zusammengesetzter Balken, welcher aus mehreren, von elastischen Fasern umsponnenen und mit Zellenscheiden versehenen, einfachen Balken besteht, die auswendig von einem verzweigten Netz von Balken zusammengehalten sind; diese letzteren Balken sind ebenfalls von elastischen Fasern umsponnen und mit Zellenscheiden bekleidet. Der ganze Balken ist dann noch auswendig von einer gemeinsamen Zellenscheide umgeben. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 16. Ein Balken von der Umgebung der Medulla oblongata. Wenn er frisch mit Wasser untersucht wurde, konnten keine umspinnende Fasern an ihm wahrgenommen werden. Nach Zusatz von Essigsäure traten sie bei Anschwellung des Balkens massenhaft und deutlich hervor. Ausserhalb des Fasernetzes erschien dann auch eine homogene Schicht, an deren Aussenseite die Kerne der Zellenscheide lagen. Am oberen (abgerissenen) Ende des Balkens quoll die angeschwollene fibrilläre, nunmehr fast homogene Masse hervor; in ihr lag ein mit Protoplasma versehener Kern. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 125—135.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.

Tafel XV.

Balken mit Fibrillenscheide aus den Subarachnoidalräumen der Gehirnbasis des Menschen.

Fig. 1. Balken mit dicker Fibrillenscheide; rechts sieht man unten die Zellenscheide abgelöst, oben einen Kern mit umgebendem Protoplasma. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gezeichnet bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 2. Balken mit dünnerer Fibrillenscheide, an deren Aussenseite einige der Zellenscheide angehörenden Kerne zu sehen sind. In frischem Zustand gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 3. Balken mit dicker Fibrillenscheide, welche grosse, höckerige Partien zeigt. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 4. Partie eines Netzes von Balken mit dünnen Fibrillenscheiden, an deren Aussenseite die Kerne der Zellenscheiden hervortreten. Frisch gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 5. Ein mit Fibrillenscheide umgebener, aus zwei Bündeln bestehender Balken; bei ihrer Trennung sind die beiden Bündel je von einer Fibrillenscheide umgeben. Frisch gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 6. Ein aus mehreren getrennten Fibrillenbündeln zusammengesetzter Balken, welcher mit einer gemeinsamen Fibrillenscheide umgeben ist; zwischen den Bündeln liegen einige Kerne. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3.

Fig. 7. Balken von einer Fibrillenscheide umgeben, welche hier bald dickere Stellen zeigt, bald sich wieder verschmälert und stellenweise sogar ihren Character von Fibrillenscheide verliert; sie erweist sich als aus mehreren getrennten Schichten mit ihren besonderen Kernen bestehend; zwischen den Schichten quergehender Fibrillen finden sich auch Schichten von längsgehenden. Behandl. mit Müllerscher Lösung. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3.

Fig. 8. Balken mit dicker Fibrillenscheide, deren Fibrillen spiralförmig verlaufen. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 9. Balken mit Fibrillenscheide, deren Fibrillen longitudinal verlaufen. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 10. Partie der häutigen unteren Wand des vierten Ventrikels neben dem Foramen Magendii. Sie besteht aus einem Netz dicker Balken und dieselben überziehenden, dünnen Zellenhäutchen, welche mehr oder weniger die Lücken zwischen den Balken ausfüllen. Hie und da sind die Balken von Fibrillenscheiden umsponnen, so dass Fibrillenscheidebalken zwischen den übrigen Balken eingeschaltet sind. In nächster Beziehung zum Zellenhäutchen laufen zahlreiche, äusserst feine Fasern in verschiedener Richtung, sowohl über den Balken als in ihren Lücken. Behandl. mit Ueberosmiumsäure in natürlicher Lage. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 129—133.



Tafel XVI.

Alle Figuren dieser Tafel stellen Partien der Pia mater des Rückenmarks dar.

Fig. 1. Partie von der äusseren Seite der Pia spinalis der Halsregion vom Hunde; oben und unten bei *a*, *a*, sieht man die längsgehende, äussere, fibrilläre Schicht mit ihren wellenförmig verlaufenden Bündeln und ihren anliegenden Zellen; in der Mitte der Figur ist diese Schicht weggenommen, wodurch die unter derselben befindlichen Zellenhäutchen der Intima piæ mit ihren quergehenden, steifen, büschelförmig ausstrahlenden Balken bloss liegen. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gezeichnet bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 2. Partie der äusseren Seite der Pia spinalis vom Hunde. Bei *a* ist die äussere longitudinale Schicht beibehalten, sonst ist sie weggenommen, um ein zwischen ihr und der inneren Schicht, Intima piæ, verlaufendes, mit einer deutlichen äusseren Zellenscheide versehenes Blutgefäss (*b*) zu zeigen; unten ist die Intima piæ mit einem Zellenhäutchen bekleidet, oben ist dasselbe abgerissen; darunter sieht man die steifen Querfasern, unter welchen sich wieder eine sehr dünne Schicht von feinen, längsgehenden Fibrillen befindet. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 3. Partie der äusseren Seite der Pia spinalis vom Hunde. Das Präparat ist bei scharfer Einstellung der äusseren Fläche gezeichnet, die von einem dünnen äusserst schwachkörnigen Häutchen mit zerstreuten Kernen überzogen ist, um welche eine schwache, flächenförmig auslaufende Zone erscheint. Dicht unter diesem Häutchen und, wie es scheint, mit ihm vereinigt, findet sich ein sparsames Netz elastischer Fasern. Unter dem Häutchen liegen ferner die längsgehenden Bindegewebsbalken; sie sind durch die Präparation angeschwollen, sind sonst von eigenen Zellen umgeben. Zwischen die angeschwollenen Balken gehen Rinnen oder Zwischenräume, über welche das Flächenhäutchen sich ausspannt. Behandl. mit Goldchlorid. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3.

Fig. 4. Partie der inneren Fläche der Pia spinalis (Intima piæ) vom Hunde. Die gröberen Balken gehören den steifen Querfasern an; eine deutliche, obwohl schwache, longitudinale Fibrillirung tritt an dem feinen Häutchen hervor. Behandl. mit Goldchlorid. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (halb ausgezog. Tubus).

Fig. 5. Partie der inneren Schicht der Pia spinalis (Intima piæ) vom Hunde. Aeusserst bemerkt man ein sehr feines Zellenhäutchen mit ziemlich starker Zone von Körnern in sehr dünner Schicht um die Kerne; unter diesem Häutchen sieht man ein feines elastisches Fasernetz. Bei *e* ist das Zellenhäutchen zum grössten Theil zerstört, das elastische Netz ist aber in natürlicher Lage geblieben. Bei *d* ist dieses ganze Zellenhäutchen mit dem unterliegenden, elastischen Netze weggefallen. Zunächst unter diesem Flächenhäutchen erscheinen Bündel von steifen, geraden, in der Pia quer gehenden, sich verzweigenden Balken, welche aus feineren Fasern zusammengesetzt sind. Unter dieser Querbalkenlage kann man bei *d* die innerste Schicht der Intima piæ mit ihrem schwach angedeuteten, elastischen Netz wahrnehmen. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3.

Fig. 6. Partie der Pia spinalis (von der Dorsalregion) beim Kaninchen. Von innen gesehen. Unter dem dünnen Häutchen, in welchem elastische Fasern laufen, erscheinen Blutgefässe. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 7. Partie der Intima piæ spinalis beim Hunde. Von innen gesehen. Die gröberen Balken sind die Bündel der steifen Querfasern. In dem dünnen Häutchen sieht man sonst noch schwach hervortretende elastische Fäserchen. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (halb ausgezog. Tubus).

Fig. 8. Partie der Intima piæ spinalis von einer jungen Katze. Von innen her gesehen. Die Kerne sind in verschiedenen Schichten angeordnet. Unter ihnen markirt sich schwach die Schicht der steifen Querfasern. Behandl. mit Chromsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 9. Partie der Pia spinalis, bei Kaninchen. Von innen her gesehen. Kerne in verschiedenen Schichten und von verschiedener Form; die länglichen liegen zwischen den beiden Schichten, welchen die ovalen angehören. Elastische Fibrillen treten schwach hervor. Behandl. mit Müllerscher Lösung. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 10. Partie der Intima piæ spinalis von der Innenseite gesehen. Von einer jungen Katze. Ein Flächenhäutchen, sich als eine dünne, körnige Schicht mit Kernen in mehr protoplasmatischer Umgebung markirend. Darunter die steifen, geraden Querfasern, und unter diesen eine neue Zellenschicht. Keine elastische Fasern wahrnehmbar. Behandl. mit Müllerscher Lösung. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 143—147.



Fig. 6.
b
Fig. 7.
Fig. 2.
b
a
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 5.
d
e
c
d
Fig. 1.
a
a
Fig. 4.
Fig. 3.

Tafel XVII.

Pia mater und Blutgefässe des Gehirns und Rückenmarks.

Fig. 1. Partie der flächenhaft ausgebreiteten (von der Innenfläche gesehenen) eigentlichen Pia mater cerebralis, von der Gehirnoberfläche abgelöst, beim Menschen. Von den an der äusseren Fläche der Haut verlaufenden Gefässen gehen gröbere und feinere Aeste ab, welche entweder sogleich oder eine Strecke an der Pia verlaufend diese durchbohren, in dem sie, von trichterförmigen Fortsetzungen der Pia begleitet, frei flottirend und mehr oder weniger verzweigt auf ihr liegen. Bei dem Ausziehen dieser Gefässe aus der Hirnsubstanz wurden sie mehr oder weniger weit von der Pia abgerissen. Spärliche Balken laufen in der Haut. Gezeichnet bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 2. Piatrichter und Scheide eines aus dem Rückenmarke in Zusammenhang mit der Pia ausgezogenen Blutgefässes vom Menschen. *a* Intima piæ mit den steifen Querfasern. *b* die äussere, fibrilläre, längsgehende Schicht der Pia. *c* die trichterförmige Verlängerung der Intima um das Gefäss *d*. Bei *e* die etwas abgeplattete, adventitiale Verlängerung, in welche der Trichter tiefer im Rückenmark hinein übergeht; am Abgang der Zweige ist sie breiter. Man sieht wie die steifen Querfasern der Intima, die in die Scheide hinablaufen, sich dicht an die Gefässwand anlegen und dieselbe umkreuzen. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 3. Partie der Intima piæ spinalis von der äusseren Seite gesehen. Vom Hunde. Die Kerne weggefallen. Bei *a* erscheint die Mündung einer trichterförmigen Verlängerung, die zu einer Scheide *b* hinableitet, in welche das Häutchen sich um ein Blutgefäss fortsetzt, das in das Rückenmark eingesenkt war. Die steifen Fasern senken sich mit dem Gefässe in dem Trichter und in der Scheide hinab. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 4. Partie der Intima piæ spinalis, von der Innenseite gesehen. Vom Hunde. Ein Blutgefäss steigt von der unteren Fläche (Aussenseite) durch die Intima hinauf, von ihrer trichterförmigen Verlängerung begleitet, welche sich bei der Theilung des Gefässes sich auch in zwei theilt. Die steifen Fasern steigen mit dem Gefäss in den Trichter hinab. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 5. Verticalschnitt durch die Gehirnoberfläche des Kaninchens mit einem in dieselbe sich einsenkenden Blutgefäss, von seiner trichterförmigen, pialen Verlängerung in natürlicher Lage begleitet. Die Pia und die piale Verlängerung sind der Gehirnsubstanz dicht anliegend, nur an ein Paar Stellen ein wenig von ihr abgehoben. Diese piale Verlängerung und ihre Fortsetzung, die Adventitialscheide, stehen sonst mit deutlichem Lumen vom Blutgefäss ab. Keine His'sche perivasculäre Räume sind in dieser Figur, weder um die Blutgefässe, noch um die Ganglienzellen und Neurogliakörner, zu sehen. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 6. Partie der Intima piæ cerebralis, vom Menschen, mit zwei in die unten liegende Gehirnsubstanz eintretenden, aus letzterer eine Strecke ausgezogenen Blutgefässen, von ihrer pialen, trichterförmigen Verlängerung umgeben; sowohl in der Pia als in dem einen Piatrichter liegen langgestreckte Pigmentzellen. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 7. Partie der Intima piæ spinalis beim Menschen. Optischer Durchschnitt. Rechts liegt die Schicht der steifen Querfasern, links das innere elastische Häutchen der Intima piæ. An seiner äusseren Fläche, also zwischen ihm und der Faserschicht finden sich die an der Medulla oblongata constant, sonst auch dann und wann hier vorkommenden Pigmentzellen. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 8. Partie der äusseren Fläche der Pia spinalis. Vom Hunde. Die Zellenzeichnung ist mit Silberlösung hervorgerufen. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 2.

Fig. 9. Partie der äusseren Fläche der Pia spinalis. Vom Hunde. Die Zellenzeichnung des Endothels ist mit Silberlösung dargestellt. Eine Arterie (*a*), welche auf der Aussenfläche der Pia liegt und von einer Zellenscheide umgeben ist, steigt durch das Endothelhäutchen und die äussere Fibrillenschicht hinab, um dann getheilt ihren Weg fortzusetzen. Silberlösung, Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 10 und 11. Partien von Blutgefässen der weichen Haut des Gehirns vom dreimonatlichen menschlichen Embryo. Eine sehr deutliche, adventitielle Scheide umgiebt die Gefässe. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3.

Siehe den Text S. 143 155.

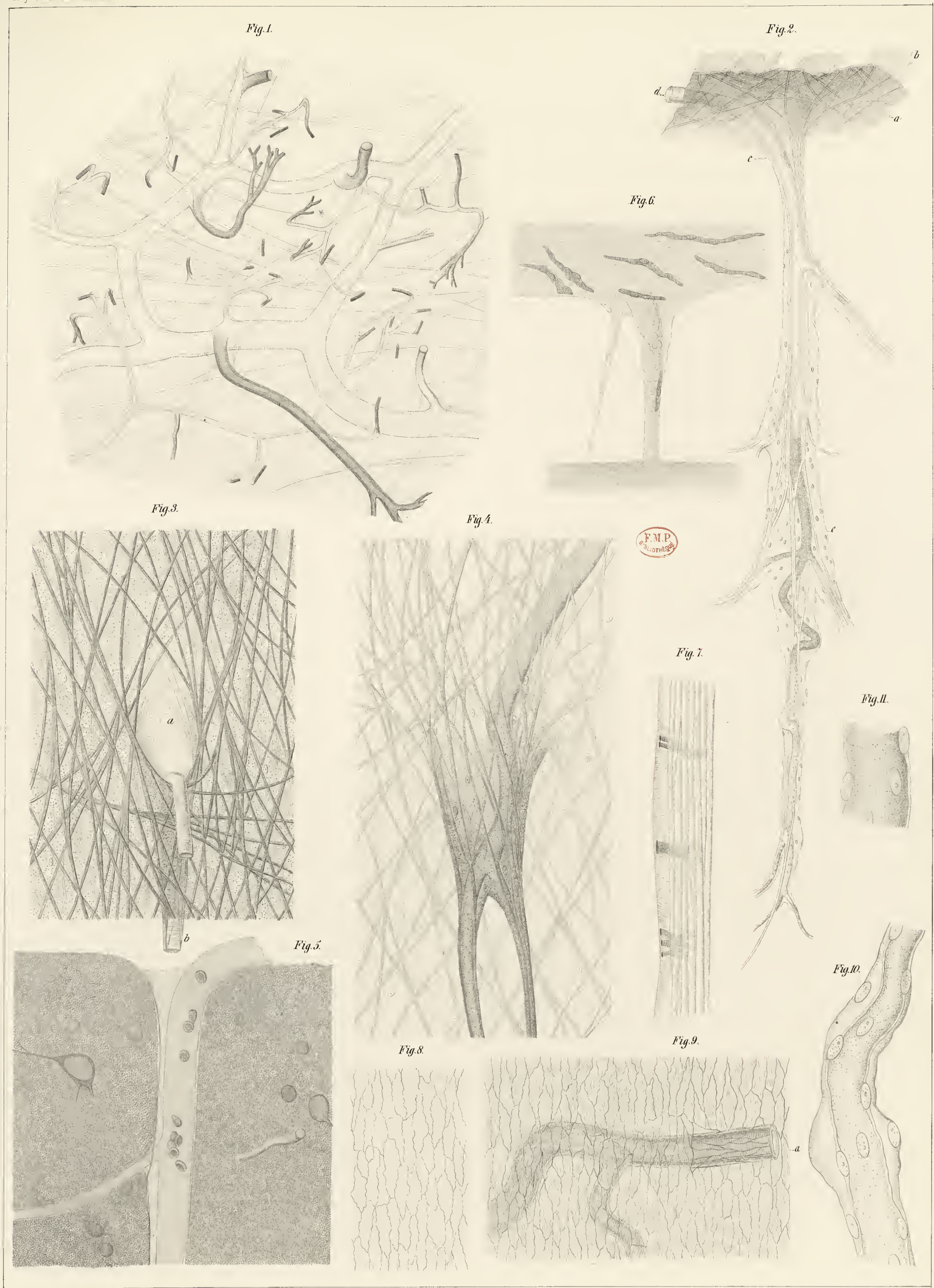


Fig. 1, 7 gez. v. N. O. Björkman. Fig. 2–6, 8–11 gez. v. Th. Lundberg. Dir. v. A. Key u. G. Retzius. Lith. Anst. v. E. A. Funke in Leipzig

Tafel XVIII.

Bau der Blutgefässe der Gehirnsubstanz. Bergmann'sche Fasern.

Fig. 1. Capillargefäss aus der menschlichen Gehirnsubstanz ausgezogen. In seiner Wand sieht man die länglich-ovalen abgeplatteten Kerne und nach aussen davon die fast sphärischen Kerne der Adventitialscheide, welche eben hie und da an diesen Kernen von der übrigen Gefässwand etwas absteht; in der Umgebung der letzteren Kerne sieht man Gruppen von glänzenden Körnern. Frisch untersucht. Gezeichnet bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 2. Partie eines verzweigten Capillargefässes aus der menschlichen Gehirnsubstanz mit weiter Adventitialscheide, welche an der Theilungsstelle einen sphärischen Kern trägt. Frisch untersucht. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 3. Ein etwas dickeres capillares Gefäss, aus der menschlichen Gehirnsubstanz ausgezogen, mit weiter Adventitialscheide, deren fast sphärischen Kerne von Körnergruppen umgeben sind. Frisch untersucht. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 4. Capillargefäss aus der menschlichen Gehirnsubstanz, mit Adventitialscheide und daran sitzenden körnigen Häutchen und Fäden, sowie mit einer Neurogliazelle, von welcher ähnliche Fäden ausgehen. Frisch untersucht. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 5. Ein etwas dickeres Blutgefäss (capillare Vene) aus der menschlichen Gehirnsubstanz, mit umgebender, an der Theilungsstelle abstehender und mit fast sphärischen Kernen versehener Adventitialscheide, an welcher kleinere körnige Klumpen, sowie eine Anzahl körniger, häutchen- und fadenförmiger Ausbreitungen, die ihrer Structur nach mit der Neuroglia ganz übereinstimmen, haften. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 6. Capillares Gefäss aus der menschlichen Gehirnsubstanz mit einer Fibrillen enthaltenden, auswendig von Kernen besetzten Adventitialscheide. Frisch untersucht. Nach Zusatz von Essigsäure quollen die Fibrillen dann auf und wurden homogen. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 7. Arterie, aus der menschlichen Gehirnsubstanz, im optischen Durchschnitt. Am innersten sieht man jederseits die kernhaltige, dünne Intima; ausserhalb dieser und von ihr theilweise getrennt jederseits die aus glatten Muskelfasern bestehende Media, und nach aussen von ihr jederseits die dünne Adventitia. Frisch untersucht Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 8. Gefäss aus der menschlichen Gehirnsubstanz mit seinen drei Häuten. Innerhalb der dünnen Adventitia findet sich ein weiter Adventitialraum; nach innen davon die dicke Media, in welcher hie und da einige Kerne im optischen Querschnitt zu sehen sind; an der Aussenseite der Media rechts findet sich noch ein rundlicher Kern mit abstehenden, dünnen Zellenhäutchen. Behandl. mit Müllerscher Lösung. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 9. Arterie aus der menschlichen Gehirnsubstanz mit ihren drei Häuten. An der Innenseite der dünnen Adventitia sieht man einige Zellen; nach innen davon die aus quergehenden, spindelförmigen, glatten Muskelfasern bestehende Media und nach innen von dieser die aus längsgehenden Endothelzellen gebildete Intima. Mit salpetersaurer Silberlösung behandelt. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3.

Fig. 10. Arterie aus der menschlichen Gehirnsubstanz. Aeusserst sieht man die dünne Adventitia mit ansitzenden Kernen; nach innen davon im Adventitialraum zwischen der Adventitia und der aus glatten Muskelfasern bestehenden Media eine Schicht fibrillären Bindegewebes. Das Lumen des Gefässes ist mit Blutkörperchen gefüllt. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 11. Arterie, aus der menschlichen Gehirnsubstanz, deren Adventitialraum mit glänzenden Körnern gefüllt ist; diese Körner reichen in die Einbuchtungen zwischen den glatten Muskelfasern der Media hinein. Frisch untersucht. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

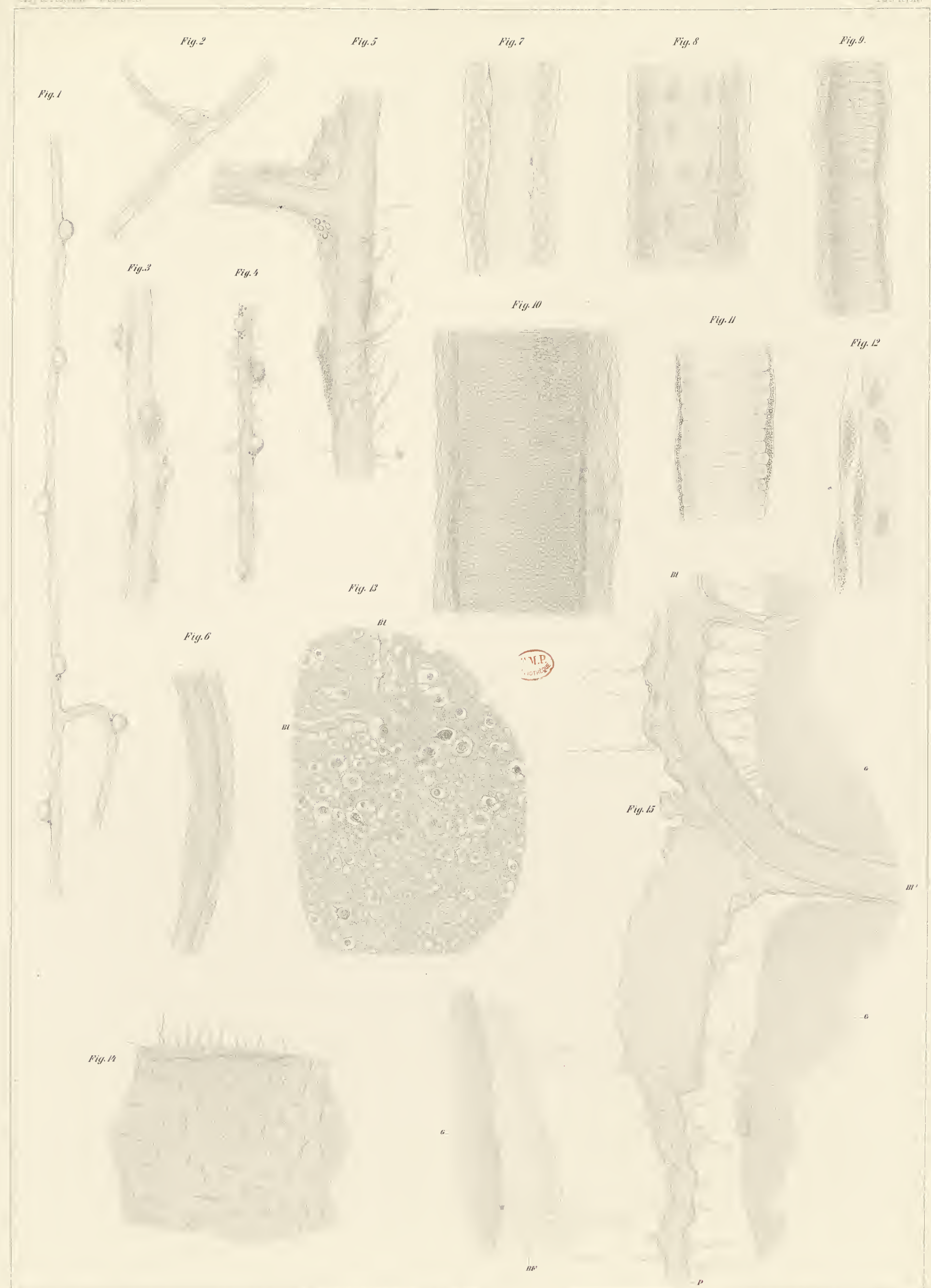
Fig. 12. Seitliche Partie der Wand einer Vene aus der menschlichen Gehirnsubstanz. Rechts die dünne Adventitia; im Adventitialraum zwischen ihr und der Media liegen theils an der Adventitia, theils an der Media Kerne von länglichen, aus glänzenden Körnern bestehenden Zonen. Frisch untersucht. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 13. Partie von einem Schnitte der Gehirnsubstanz des Schafes. Ringsum die der Länge nach getroffenen (Bl) sowie auch um die quergeschnittenen Blutgefässe sieht man die weiten, bei einigen Präparationsmethoden hervortretenden, His'schen perivasculären Räume, in welchen von der umgebenden Neuroglia zu den Gefässwänden eine Anzahl körniger Fäden und Häutchen gehen. Ringsum die Ganglienzellen sind auch diese His'schen Räume deutlich wahrzunehmen. Ausserdem findet sich aber noch eine Menge von kleineren Löchern theils um die Neurogliazellen, theils auch sonst in der Neuroglia zerstreut. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 14. Partie der flächenhaft ausgebreiteten Pia aus einer Furche des Kleinhirns des Kaninchens ausgezogen; oben ist sie gefaltet. Hie und da von ihrer Oberfläche laufen beiderseits stiftförmige Fasern aus: die aus der Gehirnsubstanz ausgezogenen Bergmann'schen Fasern. Behandl. mit Müllerscher Lösung. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 15. Partie von einer Furche des menschlichen Kleinhirns. Mitten zwischen den von einander gezogenen Hirnflächen (*G*) läuft die von ihnen abgetrennte Pia (*P*), welche zwischen ihren beiden Blättern Partien durschnittener, von Blutkörperchen gefüllter Blutgefässe (*Bl*) enthält; das eine Blutgefäss läuft rechts von einer trichterförmigen Fortsetzung der Pia umgeben in die Hirnsubstanz hinein (*Bl'*); ebenso höher oben ein kleinerer Ast desselben Gefässes. Von der Pia gehen mit trichterförmigen Füssen zur Hirnoberfläche zahlreiche feine, hie und da dichotomisch verzweigte Fasern aus: die Bergmann'schen Fasern (*BF*); theilweise hängen sie nicht mehr mit der Hirnsubstanz zusammen, meistens stecken sie aber noch in ihr. Unten links steht ein Wald von solchen Fasern (*BF*), welche mit ihren trichterförmigen Füssen von der Pia abgelöst sind. Behandl. mit Müllerscher Lösung. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 150—155.


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8
Fig. 9.
Fig. 10
Fig. 11
Fig. 12
Fig. 13
Bl
Bl
Fig. 14
Fig. 15
Bl
Bl'
G
G
G
BF
P

Tafel XIX.

Bau des Ligamentum denticulatum und der Oberflächen der Dura mater.

Fig. 1. Partie des vergrösserten Ligamentum denticulatum von dem oberen Theil der Dorsalregion beim Menschen. Bei *b* sieht man den Randstrang (Randfaden), der nach oben (in der Figur) in das stark cribrirte Balkennetz (*a*) übergeht, aus welchem übrigens das Ligament besteht. Nach unten an der Figur geht ein Zacken (*c*) des Ligaments ab, um sich an der Dura (*d*) zu befestigen. Die Arachnoidea (*e*) bekleidet frei flottirend das Ligament und bildet um den Zacken eine weite Scheide (*f*) welche in das die Dura bekleidende Endothelhäutchen (*g*) übergeht. Gezeichnet bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 2. Partie des vergrösserten Ligamentum denticulatum beim Menschen. Es bildet ein stark cribrirtes Balkennetz (Balkenhäutchen), welches sich besonders unten an der Figur zu dem äusseren, dickeren Randstrang verdichtet. Nur an den dünneren Balken sind die Kerne der bekleidenden Zellenscheiden gezeichnet. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 3. Partie eines Balkens aus dem Ligamentum denticulatum beim Menschen, mit umgebender, unversehrter Zellenscheide. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 4. Balken aus dem Subduralraum des Rückenmarks (vom unteren Theil der Cervicalregion) beim Menschen. *a* die Dura, von welcher der Balken ausgeht, um nach bogenförmigem Verlauf durch die Arachnoidea sich wieder an die Dura anzusetzen. Der Balken ist in seinem ganzen freien Verlaufe durch den Subduralraum von einer Zellenscheide umgeben, die eine Fortsetzung der Arachnoidea ist und in das die Dura bekleidende Endothelhäutchen übergeht. Gez. bei Hartn. Obj. 4 (halb abgeschr.) und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 5. Drei geschichtete »Körperchen» am inneren Endothelhäutchen der Dura mater spinalis des Menschen. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 6. Partie der inneren Oberfläche der Dura spinalis des Kaninchen; bei *b* ist das dieselbe bekleidende Endothelhäutchen mit seinen Kernen beibehalten; bei *a* ist es aber abgerissen, wogegen hier das darunter befindliche elastische Häutchen mit seinen Fäserchen bloss liegt. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 7. Partie der Dura spinalis beim Hunde. Aeussere Oberfläche mit Silberlösung behandelt, wodurch die Grenzen der Endothelzellen dargestellt sind. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 2 (ausgezog. Tubus).

Fig. 8. Partie der Dura spinalis beim Hunde. Innere Oberfläche mit Silberlösung behandelt, wodurch die Grenzen der Endothelzellen dargestellt sind. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 2 (ausgezog. Tubus).

Fig. 9. Partie der Dura cerebralis bei der Katze. Innere Oberfläche mit Silberlösung behandelt, wodurch die Grenzen der Endothelzellen dargestellt sind. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 2 (ausgezog. Tubus).

Fig. 10. Partie der Dura cerebralis (nahe am Sin. longit.) beim Menschen. Innere Oberfläche mit dem dieselbe bekleidenden Endothelhäutchen (*b*), welchem die grossen Kerne und die sie umgebenden Körner angehören, sowie mit einem darunter hervortretenden, elastischen, fein fibrillären Häutchen (*a*), zwischen welchen beiden stärkere, elastische Fasern verlaufen. Links bei *c* treten darunter Bündel des bindegewebigen Duragewebes hervor. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 11. Partie der Dura cerebralis beim Menschen. Aeussere Oberfläche (gegen den Knochen zu) mit dem dieselbe bekleidenden Zellenhäutchen, dessen Kerne von verzweigten Protoplasmazonen umgeben sind. Im Häutchen treten feine, elastische Fibrillen schwach hervor. Nahe an der Mitte der Figur fehlt ein Stück des Häutchens. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 12. Partie der Dura cerebralis beim Menschen. Aeussere Oberfläche (gegen den Knochen zu) mit dem dieselbe bekleidenden Zellenhäutchen, in welchem spärlichere Kerne, aber reichliche, elastische Fibrillen vorhanden sind. Unter demselben sieht man Bündel des bindegewebigen Duragewebes, in deren Zwischenräumen die Durazellen undeutlich hervortreten. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Betreffs der Fig. 1—4 siehe den Text S. 85—88 u. S. 144.

Betreffs der Fig. 6—12 siehe den Text S. 162—163.

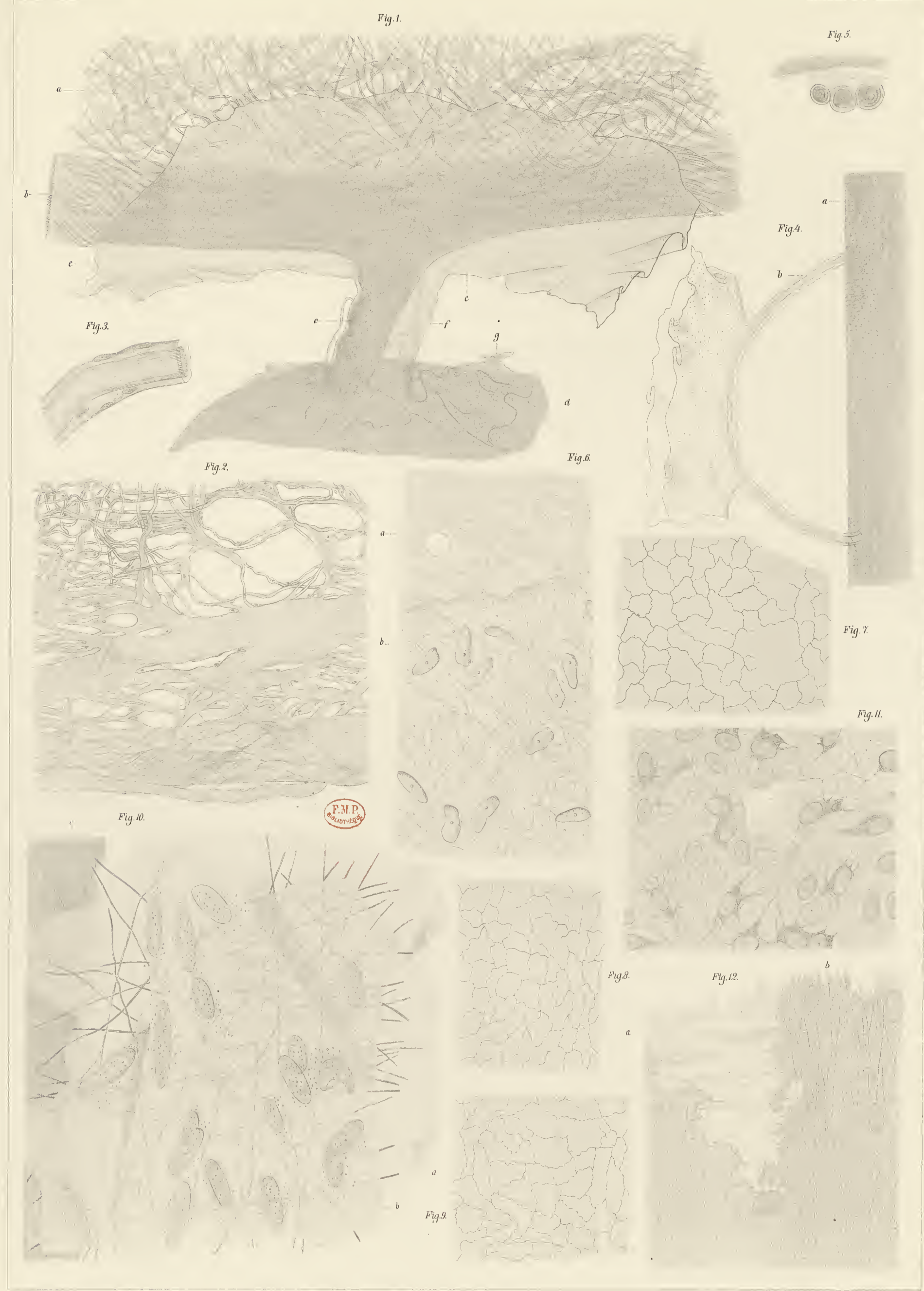


Fig. 1.
a
b
c
c
c
f
g
d
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
a
b
Fig. 5.
Fig. 6.
a
b
Fig. 7.
Fig. 8.
a
Fig. 9.
Fig. 10.
a
b
Fig. 11.
Fig. 12.
b

Tafel XX.

Alle Figuren dieser Tafel sind der embryonalen (5-monatlichen) menschlichen Dura mater entnommen. Behandlung mit Müllerscher Lösung, Alkohol und Eintrocknen in Gummiglycerin; Erweichen der Schnitte in Wasser und Färben mit Rosanilin.

Fig. 1—7 sind nach dünnen, nach Entfernung der Oberflächenschichten gemachten, also dem eigentlichen inneren Duragewebe entnommenen, horizontal geführten Schnitten ausgeführt. Man sieht hier die Durazellen in ihren überaus wechselnden Formen und in ihrer natürlichen Lage und Anordnung zwischen und um die Fibrillenbündel schmiegend. In der Fig. 1 sind die Zellen im Allgemeinen bipolar ausgezogen. In den Fig. 2—7 sind sie mehr oder weniger verzweigt und mit einander anastomosirend. In der Fig. 4 und 5 sieht man Zellen, die in Lücken zwischen den Bündeln liegen. Alle diese Fig. (1—7) sind bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

Fig. 8 stellt eine Partie des Querschnitts der embryonalen Dura dar; die zwischen den quergeschnittenen Fibrillenbündeln liegenden, dunkleren Bilder sind die protoplasmatischen Zellen, welche ihre Zweige nach verschiedenen Richtungen zwischen den Bündeln aussenden und mit einander anastomosiren; ungefähr in der Mitte der Figur sieht man zwei quergeschnittene Blutgefässe. Bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

Fig. 9 *a—t* stellen durch Zerzupfung isolirte Durazellen verschiedener Form dar; die meisten sind hier bipolar; einige (*b*, *h*, *n*) sind zweikernig, bei anderen (*o*, *p*) sieht man anastomosirende Zellen; andere, wie z. B. *k*, *q*, *r*, sind reichlich verzweigt, andere, z. B. *l*, *s*, *t*, sind häutchenförmig ausgebreitet, bei *t* sogar einem elastischen Häutchen ähnlich. Bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

Siehe den Text S. 158—159.



Fig. 1–7, 9 gez. v N. O. Sjöblom. Fig. 8 gez. v Th. Lundberg

Dir. v. A. Key & G. Retzius

Lith. u. Druck v. E. N. Strassberger, Leipzig

Tafel XXI.

Dura mater cerebralis beim erwachsenen Menschen.

Fig. 1. Durch Aufblätterung gewonnene Lamelle des Duragewebes mit zwei auf einander liegenden, in natürlicher Anordnung befindlichen, einander spitzwinklig kreuzenden Schichten, deren Bündel und Zellen aber unter sich parallel gerichtet sind. Durch die Mitte der Figur läuft ein Blutgefäss, durch einen weiten adventitiellen Scheidenraum vom übrigen Duragewebe getrennt. Behandl. mit Carmin. Gezeichnet bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3.

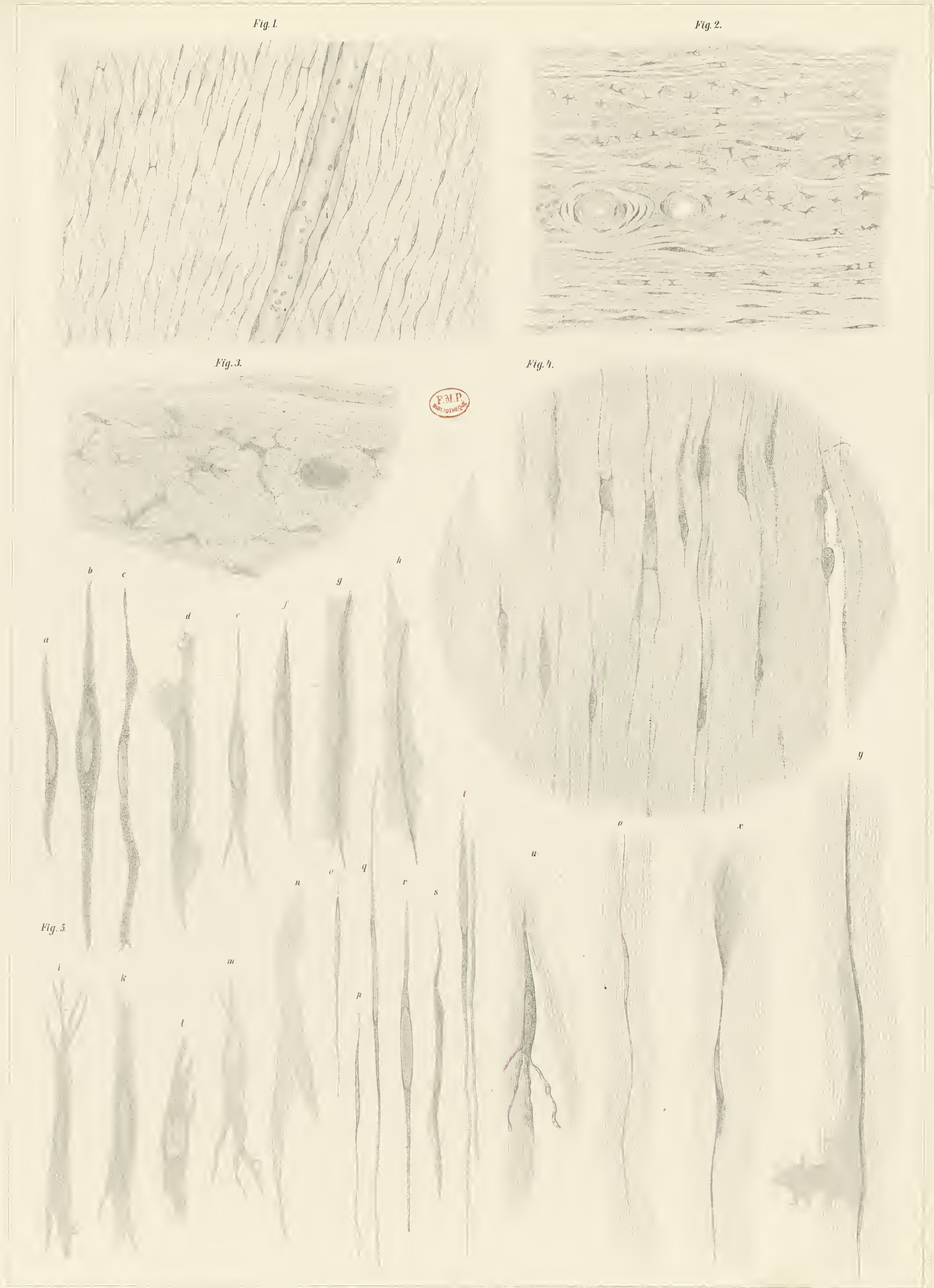
Fig. 2. Partie eines vertical geführten Querschnitts der Dura. Schichten von längs- und von quergeschnittenen Fibrillenbündeln wechseln ab; zwischen den Bündeln liegen die Durazellen, welche am Längsschnitt eine bipolar ausgezogene, am Querschnitt aber eine mehr sternförmig verzweigte Gestalt zeigen; die Zweige dieser Zellen schmiegen zwischen den Bündeln hinein und umspinnen sie in verschiedener Weise, oft mit einander anastomosirend. In den mittleren Schichten finden sich Querschnitte zweier Blutgefässe, links einer Arterie mit ihrer scheidenförmig umfassenden mehrschichtigen Wand und weiter rechts einer Vene. Behandl. mit Müllerscher Lösung, Trocknen in Gummiglycerin. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 3. Partie eines vertical geführten Querschnitts der Dura. Oben längsgeschnittene, übrigens nur quergeschnittene Bündel, zwischen welchen reichlich verzweigte und unter sich anastomosirende, protoplasmatische Zellen und eine Anzahl elastischer Fasern verlaufen. Rechts ein quergeschnittenes Blutgefäss. Behandl. mit Müllerscher Lösung, Alkohol, Trocknen in Gummiglycerin. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 4. Horizontalschnitt des Duragewebes mit Zellen von der Anordnung und dem Aussehen, welche diese gewöhnlich zeigen, wenn sie an solchen Schnitten in situ liegen. Sie schmiegen mit meistens platten, körnig protoplasmatischen Ausbreitungen zwischen den Bündeln; wenn ihre geplatteten Ausbreitungen vom Schnitt getroffen sind, sieht man sie als fadenartige, feine Ausläufer zwischen den Bündeln ziehen. Behandl. mit Müllerscher Lösung, Alkohol, Trocknen in Gummiglycerin. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 5. Mehr oder weniger isolirte Zellen des Duragewebes; *a—t* ganz isolirte Zellen verschiedener Form; *a—c* bipolar ausgezogene, mehr spindelförmige, protoplasmatische Zellen; *d—n* mehr abgeplattete, protoplasmatische Zellen, von welchen *f—h* noch mit einem vertical von der übrigen Platte gerichteten Flügelhäutchen versehen sind; bei *i—m* ist die Verzweigung der Zellen deutlicher ausgesprochen; bei *o—t* sind die Ausläufer mehr fadenförmig ausgezogen und die Kerne grösstentheils auch sehr schmal; von *s—t* gehen aber auch häutchenförmige Flügel seitwärts aus; bei *u—y* sieht man Zellen noch mehr oder weniger in situ zwischen den Fibrillenbündeln; bei *u* eine halb isolirte, verzweigte Zelle mit höckerigen Ausläufern; bei *v* eine fadenförmig ausgezogene Zelle; bei *x* und *y* zwei häutchenartig verbreitete Zellen, deren dünne Häutchen zwischen den Bündeln sich einschieben; bei *y* ist das Häutchen zum Theil isolirt. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 160—161.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
a
b
c
d
e
f
g
h
i
k
l
m
n
o
p
q
r
s
t
u
v
x
y

Tafel XXII.

Aus dem Gewebe der Dura mater.

Fig. 1. Partie einer Lamelle aus dem inneren Gewebe der Dura cerebelli (ein wenig unterhalb des Sinus transversus genommen) vom erwachsenen Menschen. Ueber der flächenhaft ausgebreiteten, fibrillären Lamelle befindet sich ein reichlich verzweigtes und anastomosirendes Netz platter, protoplasmatischer Zellen mit eingestreuten Kernen; zwischen diesem Zellennetz und der Fibrillenschicht liegt ein Netz elastischer Fasern. Das Präparat wurde in der Weise gewonnen, dass von einer in Ueberosmiumsäure erhärteten Durapartie mit Pinzette je nach einander einzelne Lamellen, die der Oberfläche parallel lagen, abgehoben wurden; nach Färben mit Rosanilin trat das Zellennetz schön hervor. Gezeichnet bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 2. Partie von einem Querschnitt der Dura cerebralis (vom erwachsenen Menschen), oben mit quergeschnittenen Fibrillenbündeln, zwischen welchen ein reichliches Netz verzweigter und anastomosirender, protoplasmatischer Zellen, hie und da mit eingestreuten, glänzenden Körnern, vorhanden ist; unten finden sich längsgehende Fibrillenbündel mit dazwischen liegenden Zellen. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 3. Partie einer durch Zerzupfung erhaltener Lamelle der Dura cerebelli des erwachsenen Menschen. Auf der unterliegenden, fibrillären Lamellenschicht findet sich ein dünnes, körniges Zellenhäutchen mit ihm angehörenden Kernen, welches rechts theilweise abgelöst ist; oben sieht man eine andere fibrilläre Lamellenschicht, welche quer abgeschnitten ist; die Fortsetzung derselben, welche auf dem Zellenhäutchen lag, ist entfernt, und dadurch wurde eben das Zellenhäutchen blossgelegt. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 4. Partie von der Innenfläche der Dura cerebelli des erwachsenen Menschen, die abgetrennte innere Lamelle darstellend. Rechts ist das innere Endothel unbeschädigt, links ist es in Fetzen abgelöst. Mit dem Blutgefäss läuft fibrilläres Bindegewebe. Einige elastische Fasern streichen über die Lamelle. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 4 (ausgezog. Tubus).

Fig. 5. Einige Fibrillenbündel mit anliegenden, elastischen Fasern und meistens abgelösten Häutchenzellen aus der Dura spinalis eines 14 Tage alten Hundes. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 2 (eingeschob. Tubus).

Fig. 6. Cribrirtes, elastisches Häutchen, zwischen zwei Fibrillenschichten in der inneren Lamelle der Dura cerebelli des erwachsenen Menschen liegend. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

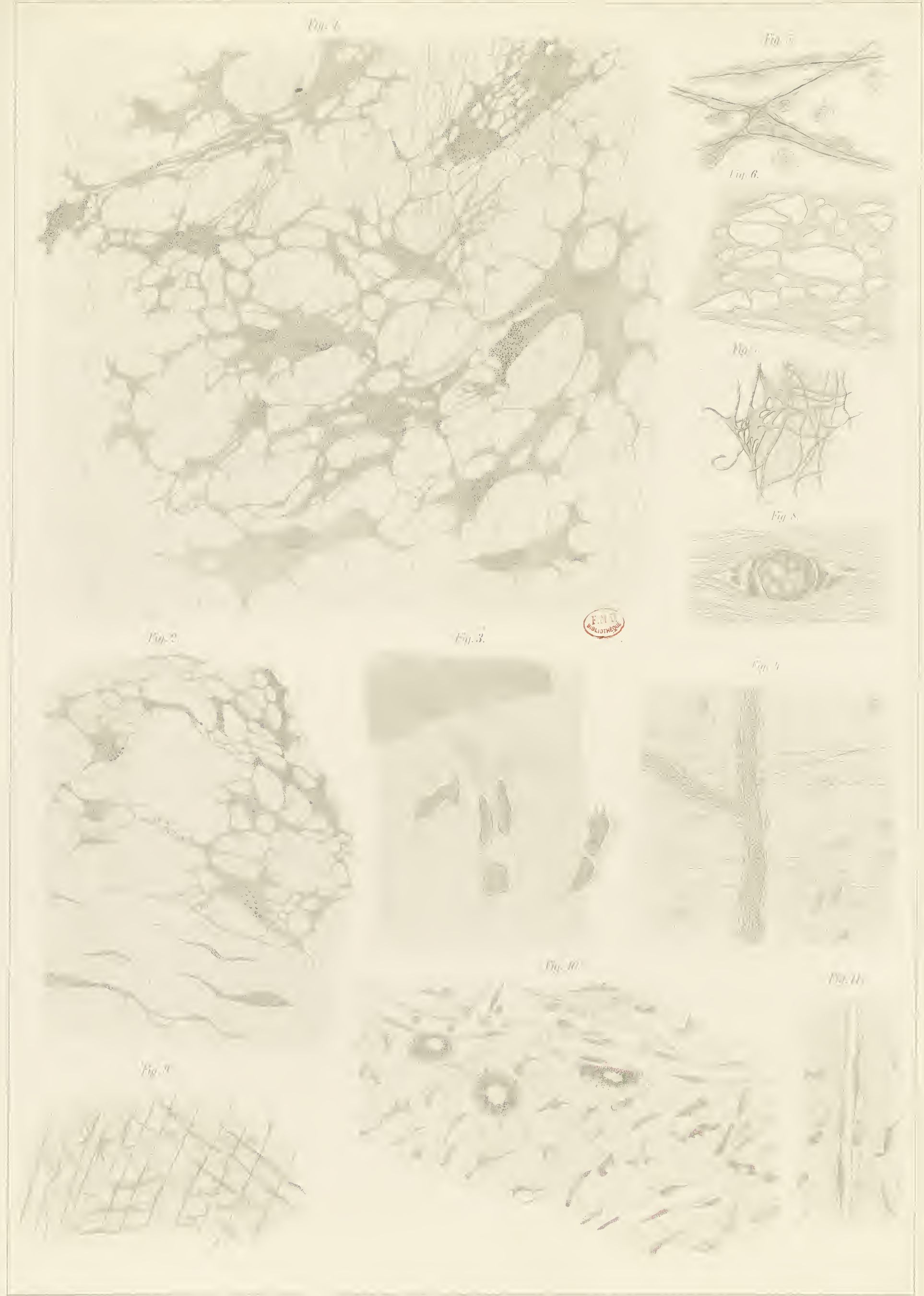
Fig. 7. Partie eines elastischen Faserhäutchens aus dem Gewebe der Dura spinalis des erwachsenen Menschen. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 8. Eine Concretion von der Innenseite der Dura cerebri des Menschen. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 10 und 11. Partien der flächenhaft ausgebreiteten Dura cerebri von der Ratte. Durch das Gewebe streichen einige von einer hie und da weiten Scheide umgebene Blutgefässe; die dunkleren Körnerhaufen sind drei eigenthümliche Pigmentzellen mit hellem Kern. Alle die übrigen, verschieden gestalteten, zwischen den Fibrillenbündeln der Dura befindlichen Zellen sind die gewöhnlichen Zellen des Duragewebes. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 9. Partie des Pericranium von der Maus, zum Vergleich mit dem Duragewebe hier angeführt. Zwischen den in verschiedenen Schichten laufenden Fibrillenbündeln liegen platte, protoplasmatische Zellen. Behandl. mit Goldchlorid. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 160—162.



Tafel XXIII.

Partien der Dura mater cerebralis des Menschen mit den eigenthümlichen Höhlen, Lacunen, die an manchen Stellen in ihrem Gewebe vorkommen.

Fig. 1. Querschnitt durch die ganze Dicke der Dura, vom Dach des Sinus longitudinalis; *a* eine äussere (dem Schädelknochen anliegende) Duraschicht mit der Länge nach gerichteten Lacunen; *b* eine mittlere Schicht mit quer geschnittenen Lacunen; *c* eine innere Schicht ohne eigentliche Lacunen, ein längslaufendes Blutgefäss enthaltend. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gezeichnet bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 2 (ausgezog. Tubus).

Fig. 2. Horizontalschnitt aus der Dura oberhalb des Sin. longitudinalis mit mehr oder weniger längsgeschnittenen, dichtgedrängten Lacunen. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 3. Horizontalschnitt aus der Dura von der Umgebung arachnoidaler Zotten; die Lacunen sind von sehr verschiedener Grösse, meistens schief geschnitten. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 4. Horizontalschnitt aus der Dura oberhalb des Sin. longitudinalis. Dicht bei den zwei mit Blutkörperchen gefüllten Blutgefässen liegen Lacunen, die ganz leer, d. h. mit ganz klarem Inhalt versehen sind. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 5. Querschnitt vom äusseren, dem Schädel anliegenden Theil der Dura, aus der Nähe des Sinus transversus (an der Pars petrosa). Die Lacunen sind hier von sehr wechselnder Grösse und Gestalt, klaren Tropfen ähnlich. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 6. Partie eines Querschnitts der Dura von der Umgebung des Sin. transversus. Die Lacunen stehen bei *a* unter sich in offener Communication. Bei *b* quergeschnittene Blutgefässe. Die Zellen des Duragewebes sind durch neutrales Carmin deutlich gemacht. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 7. Horizontalschnitt der Dura von der Umgebung des Sin. longitudinalis mit längsgeschnittenen Lacunen, welche ihre gewöhnliche, nach zwei Seiten spitz ausgezogene Ampullenform zeigen. Bei *a* hängen zwei Lacunen unter sich zusammen oder zeigen, wie man auch sagen kann, eine mehr sanduhrförmige Gestalt. Bei *b* liegt das die Lacunen inwendig bekleidende, elastische Häutchen frei abgelöst und gerunzelt im Inneren derselben. Bei *c* abgeschnittene Spitzen der Lacunen. Bei *d* ein quergeschnittenes, feines Blutgefäss. Zwischen den Bündeln des fibrillären Duragewebes sieht man einige Durazellen. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 8. Zwei quergeschnittene Lacunen aus der Umgebung des Sin. transversus, von eigenthümlichen, steifen, elastischen, verzweigten Fasern durchsponnen. Bei *A* sind diese Fasern gröber und gehen mit trompetenförmig erweiterten Füssen von der Wand der Lacunen aus; an einer dieser Fasern liegt ein Kern; ausserdem finden sich einige äusserst feine Fasern mit ansitzenden, glänzenden, feinen Knötchen. Bei *B* ist das ganze Fasernetz von feinerer Art; an einigen sieht man ein dünnes Häutchen von der Wand aus trompetenförmig auf die Fasern übergehen. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 9. Querschnitt der Dura von der Umgebung des Sin. transversus, mit quergeschnittenen Lacunen, bei welchen man bei *a* ein die Wand bekleidendes, ihr dicht anliegendes, dünnes Häutchen sieht; bei *b* aber dasselbe Häutchen theils einseitig abgelöst, theils ganz frei im Lumen derselben liegend, zusammengezogen und runzelig als eine verschieden gestaltete Figur, nur durch äusserst feine Fibrillen mit der Wand der Lacune verbunden. Bei *c* ein quergeschnittenes Blutgefäss. Zwischen den meistens quergeschnittenen Bündeln des Duragewebes laufen Netze protoplasmatischer, verzweigter Durazellen und elastische Fasern. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 166—167.

Fig. 1

Fig. 9

Fig. 5

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 8

A

B

Fig. 4

Fig. 7

Fig. 6

Tafel XXIV.

Blutgefässe und Saftbahnen der Dura mater beim Menschen.

Fig. 1. Blutgefässnetze aus dem Tentorium cerebelli mit Blut gefüllt (natürliche Injection); die zahlreichen Venen sammeln sich büschelweise zu grösseren Stämmen. Viermalige Vergrösserung.

Fig. 2. Horizontalschnitt von der äusseren Fläche der Dura, oberhalb des Sinus longitudinalis, mit einem Venennetz, welches vom Subduralraum aus (durch Vermittelung der Arachnoidalzotten) injicirt ist. Im Duragewebe sieht man das reichliche Lacunensystem. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gezeichnet bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3.

Fig. 3. Horizontalschnitt aus dem Gewebe der Dura. Durch Stichinjection gefüllte Röhrensysteme (Saftbahnen), welche je nach der Richtung der Fibrillenbündel der einzelnen Duraschichten eine verschiedene Richtung zeigen; in derselben Duraschicht sind indessen die Injectionstuben einander ziemlich parallel; hie und da theilen sie sich in zwei; die Enden der Tuben sind mehr oder weniger zugespitzt. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

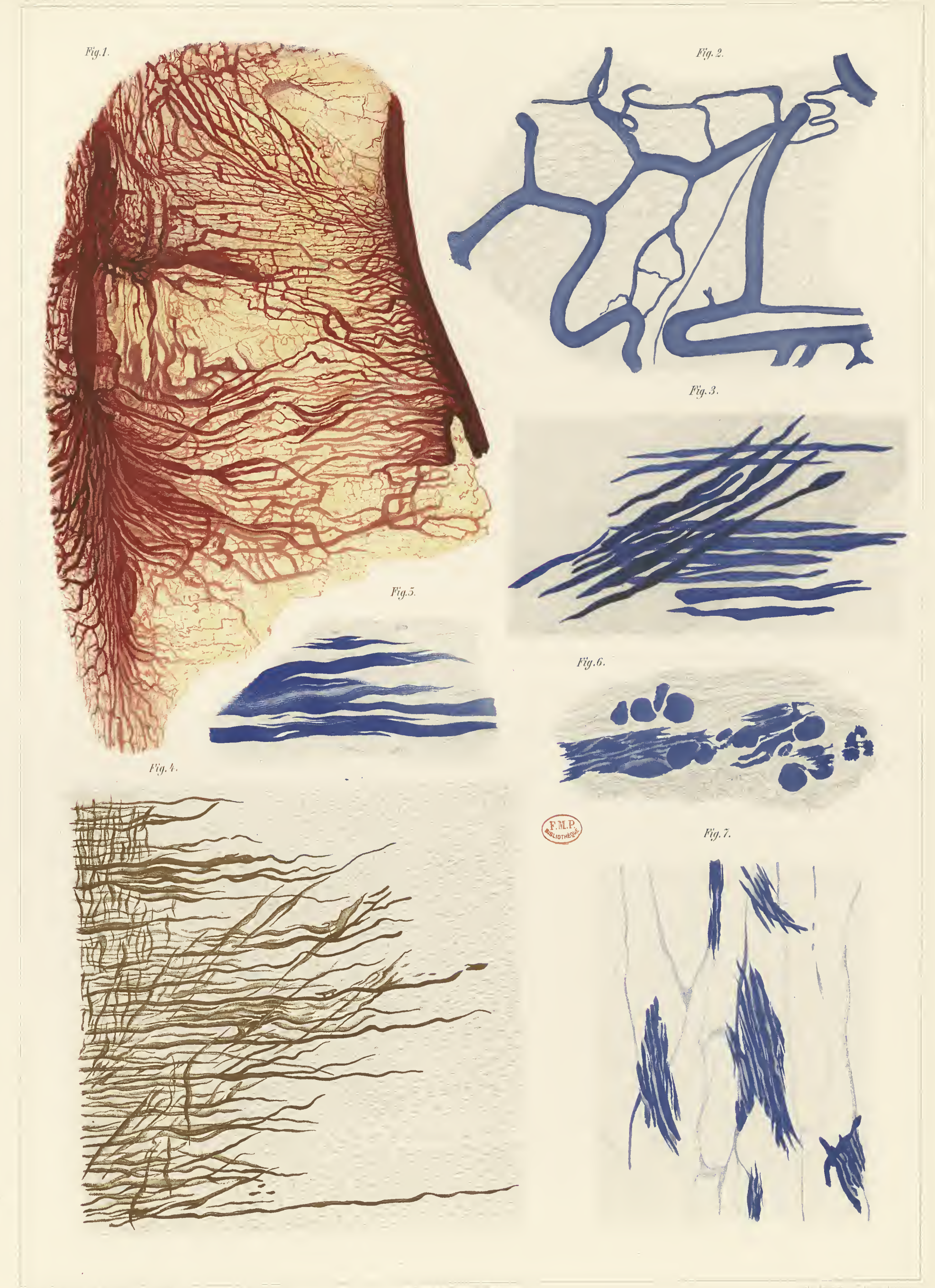
Fig. 4. Horizontalschnitt der Dura. Die zahlreichen, sich kreuzenden, braunen Gänge sind durch Stichinjection im Gewebe der Dura mit Chloroform-Asphaltmasse gefüllte Saftbahnen, von derselben Art wie die der Fig. 3. Die gefüllten Röhren sind hier aber schmäler und länger ausgelaufen; sie gehören wenigstens drei verschiedenen Duraschichten an. Behandl. mit Müllerscher Lösung, Alkohol und Carmin. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 5. Partie eines Horizontalschnittes aus der Dura mit Stichinjection in ihrem Gewebe. Hier ist die tubuläre Gestalt der gefüllten Bahnen nicht so ausgesprochen, sondern die Injection scheint hie und da auch interfibrillär gelaufen zu sein. Dicht neben den Tuben, gleichsam sie umscheidend und begrenzend, liegen an mehreren Stellen Durazellen, durch ihre Kerne hervortretend. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 6. Partie eines Querschnitts der durch Stich injicirten Dura; die gefüllten Röhren oder Saftbahnen sind hier theils ganz quer, theils schief abgeschnitten; die quergeschnittenen erweisen sich als mehr oder weniger cylindrische Gänge, zwischen den Bündelschichten der Dura liegend. Behandl. mit Müllerscher Lösung, Alkohol, Trocknen in Gummiglycerin. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 7. Horizontalschnitt von der Innenfläche der Dura mit Injection von Röhrensystemen (in getrennten Gruppen), in Zusammenhang mit Injection der capillaren Blutgefässe. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (halb ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 163—166.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.

Tafel XXV.

Blutgefässe der Dura mater cerebralis. Das Grundgewebe der Dura ist nicht ausgeführt.

Gemeinsame Bezeichnungen der Figuren:

a Arterien.
a' Arterielle Capillaren.
c Capillaren.
c' Ampulläre Erweiterungen der Capillaren.
v Venen.
v' Venenwurzeln, Erweiterungen der Venenwurzeln.

Fig. 1. Blutgefässe der Dura der Scheitelgegend vom Menschen, von der Innenfläche her gesehen. Unter dem oberen Netz sieht man die vielfach gewundenen Arterien, jederseits von einer Vene begleitet; hie und da senden sie (kleine) arterielle Zweige (arterielle Capillaren *a'*) schief nach oben zu dem oberen, an der inneren Fläche der Dura befindlichen, Netze, um dann nach einem länglichen, capillaren (*c*), verzweigten (resp. anastomosirenden) Verlauf in eigenthümlich gestaltete, verzweigte Erweiterungen überzugehen; diese erweisen sich als Venenwurzeln (*v'*), die von der inneren Oberfläche sich wieder schief zu den Venen der äusseren Oberfläche hinabsenken, um in dieselben (*v*) zu enden. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gezeichnet bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3.

Fig. 2. Blutgefässe der Dura der oberen Wölbung, beim Menschen, von der Innenfläche her gesehen. Von den an der Aussenfläche liegenden gewundenen Arterien steigen arterielle Capillaren (*a'*) schief nach oben zur inneren Oberfläche hinauf, um mit länglichen Maschen an dieser Oberfläche zu verlaufen und hie und da eigenthümliche, sackartige und ampulläre Erweiterungen, besonders an den Anastomosenpunkten zu zeigen; von diesem Capillarnetze senken sich dann hie und da Zweige zu den die Arterien begleitenden Venen an der äusseren Oberfläche der Dura hinab, um in sie überzugehen. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3.

Fig. 3. Blutgefässe der Dura beim Menschen. Die Arterien (*a*) gehen durch ihre Zweige und die Capillaren (*a'*, *c*) in die eigenthümlich erweiterten Venen (*v'*, *v*) über. Hier liegt das ganze Gefässnetz in derselben Schicht. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3.

Fig. 4. Blutgefässnetz der Dura aus der Fossa cerebelli, beim Menschen. Auch hier liegen die eine rautenförmige Anordnung zeigenden Gefässe in derselben Schicht. Die eigenthümlichen Erweiterungen derselben sind wenig angedeutet. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3.

Fig. 5. Blutgefässe der Dura beim Hunde, von der Innenfläche her gesehen. Die Capillaren (*c*), welche in der oberen Schicht, also an der Innenfläche der Dura, verlaufen, zeigen hie und da ampullen- oder sackartige Erweiterungen (*c'*), welche denjenigen beim Menschen ähnlich sind. Diese Capillaren gehen in erweiterte Venenwurzeln (*v'*) über, welche sich dann zu den in der tieferen Schicht, an der Aussenfläche der Dura befindlichen, weiten und reichlich anastomosirenden Venen (*v*) einsenken. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3.

Fig. 6. Blutgefässe der Dura beim Kaninchen. Die Arterien (*a*) senden ihre Zweige (*a'*) aus, welche durch die kurzen Capillaren (*c*) in die reichlichen, erweiterten Venennetze (*v'*) und endlich in die Venenstämme (*v*) übergehen. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3.

Siehe den Text S. 163–165.



Tafel XXVI.

Blutgefässe der Dura mater cerebralis durch Behandlung mit salpetersaurer Silberlösung dargestellt.

Gemeinsame Bezeichnungen der Figuren:

a Arterien.
a' feinere Arterienzweige, arterielle Capillaren.
v Venen.
v' Venenwurzeln, Erweiterungen der (venösen) Capillaren.

Fig. 1. Blutgefässnetz aus der Dura des Menschen, nahe an ihrer inneren Oberfläche befindlich; die Arterien gehen durch kurze Capillaren (*a'*) in grosse, venöse Seen von verschiedenartiger, phantastischer Form über (sog. Appendix-System von Boehm); die Zellengrenzen des Intimaendothels treten als feine Netze hervor. Das zwischenliegende Grundgewebe der Dura ist nur theilweise (und undeutlich hervortretend) als dunkles, fleckiges Feld (wie die Silberbilder es in wechselnder Gestalt geben) ausgeführt. Gezeichnet bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3.

Fig. 2. Blutgefässnetz von der inneren Oberfläche der Dura mater des Menschen. Die arteriellen Capillaren gehen in starke Erweiterungen der Capillaren und venösen Capillaren über. Diese Erweiterungen entsprechen dem Appendixsystem von Boehm. Die Zellengrenzen des Intimaendothels treten als Netze feiner Linien in den Gefässen hervor. Das Grundgewebe der Dura ist nicht ausgeführt. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3.

Fig. 3. Blutgefässnetz von der inneren Fläche der Dura mater des Ochsen. Die Arterien gehen durch schlingenförmige Capillaren (*c*) direct in die Venen über. Hier sind gar keine eigenthümliche Erweiterungen an den Capillaren und Venen vorhanden. Das Grundgewebe der Dura ist nicht ausgeführt, und nur in der Vene sieht man die Zellenzeichnung des Intimaendothels. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3.

Fig. 4. Blutgefässnetz aus der Dura des Kaninchen. Die Arterien gehen durch kurze arterielle Capillaren in reichliche, venöse Seennetze über. Am Intimaendothel der letzteren sind die Zellengrenzen angegeben. Das Grundgewebe der Dura tritt als ein dunkles Gewebe mit kleinen, helleren Partien undeutlich hervor. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3.

Siehe den Text S. 163—165.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
a
a'
v
v'
c

Tafel XXVII.

Die Ausbreitung der Arachnoidalzotten.

Fig. 1. Obere Wölbung des Kopfes von einem Menschen mittleren Alters, bei welchem Richardsonsches Blau im Subarachnoidalraum, rother Zinnoberleim im Subduralraum des Rückenmarks injicirt worden ist, wonach das Schädeldach vorsichtig und mit Schonung der Dura mater entfernt wurde. Der Sinus longitudinalis ist an zwei Stellen geöffnet, und zwei seitliche, venöse Lacunen sind dann aufgeschnitten. Die blaue sowohl als die rothe Masse ist aus ihren verschiedenen Räumen in die Arachnoidalzotten eingedrungen und hat in diesem Falle meistens verschiedene Gebiete derselben gefüllt; hinten sind die Zotten der aufgeschnittenen Lacune vom Subduralraum, vorn die der dortigen Lacune vom Subarachnoidalraum injicirt; ebenso auch die in den Sin. longit. einschiessenden Zotten, und die durch die Dura einzeln durchschimmernden Zotten. In derselben Weise sind dann auch die Venen der Dura durch Vermittelung der Zotten mit verschiedenen Massen gefüllt, vorn mehr mit blauen, hinten mehr mit rothen. Die feinen Blutgefässnetze, welche in der Nähe des Sin. longit. (eigentlich meistens über den venösen Lacunen) injicirt sind, wurden in diesem Falle fast ausschliesslich vom Subarachnoidalraum aus gefüllt. Natürl. Grösse.

Fig. 2. Menschlicher Schädelgrund mit ansitzender Dura. Injection mit blauem Leim ist vom Subarachnoidalraum des Rückenmarks aus gemacht; im Foramen magnum ist dieser Raum ringsum den Durchschnitt des Marks mit der Masse gefüllt. Der Sinus transversus ist von oben her geöffnet, um die injicirten Arachnoidalzotten zu zeigen. Die übrige Ausbreitung des Zottengewebes am Schädelgrund ist auch durch die blaue Masse angezeigt. Besonders vorn über dem Sinus transversus, sowie in der Fossa media über den Venæ meningeæ und dem Sinus cavernosus sieht man dieselben verbreitet; ferner auch auf den Alæ minores. Uebrigens findet man an dieser Figur die Injection an der Hypophyse und an den abgehenden Hirnnerven. Rechts ist die Dura über dem Trigeminus aufgeschnitten, um die Ausbreitung der Masse mit demselben über dem Ganglion Gasseri zu zeigen. Natürl. Grösse.

Fig. 3. Mittlere Partie der oberen Wölbung der Dura mater von einem erwachsenen Menschen, bei welchem Injection vom Subduralraum aus gemacht wurde. Der Sinus longitudinalis ebenso wie die in ihn mündenden, venösen Lacunen sind aufgeschnitten, um die Anordnung der letzteren, sowie die der injicirten Zotten in diesen Lacunen und im Sinus zu zeigen. Man sieht sie als dichtgedrängte, rothe Knöpfe in denselben, besonders in den Lacunen, stehen. Natürl. Grösse.

Fig. 4. Eine der Fig. 3 entsprechende Partie der Dura eines erwachsenen Hundes, bei welchem Injection vom Subduralraum aus geschah. Auch hier sind die venösen Lacunen von injicirten, gedrängten Zotten erfüllt. Natürl. Grösse.

Fig. 5. Partie der Dura eines neugeborenen Kindes, bei welchem Injection vom Subduralraum aus gemacht wurde. Links ist der Sinus longitudinalis, rechts eine in ihn mündende, venöse Lacune aufgeschnitten, um die injicirten Zotten zu zeigen; die zwischen den Durabalken emporschiessenden Zotten sind indessen etwas zu undeutlich angegeben. Doppelte Grösse.

Fig. 6. Mittlere Partie der oberen Wölbung der Dura eines erwachsenen Menschen von innen her gesehen. Die weisse Linie in der Mitte stellt den Falx vor; beiderseits von ihm laufen die Balkenzüge gruppenweise hinaus, diesem Duratheile das eigenthümliche cribrirte Aussehen gebend. Zwischen diesen Balkenzügen stehen quergeschnittene Venen, die vom Gehirn aus sich hier in die Dura einsenken, um in ihre Sinus zu münden. Vor Allem finden sich aber hier in fast zahlloser Menge Zottenstiele, welche mittelst Injection von den Subarachnoidalräumen aus gefüllt wurden, allerwärts zwischen den erwähnten Balken in das cribrirte Duragewebe hineinschiessend, um nach Durchspinnen desselben zu den venösen Räumen hervorzudringen. An einigen Stellen sind die blau injicirten Zotten bei Abtrennen der Arachnoidea nach der Innenfläche der Dura hin ausgerissen, wodurch sie künstlicher Weise in den Subduralraum einschiessen. Natürl. Grösse.

Fig. 7. Untere Fläche des Tentorium cerebelli des erwachsenen Menschen, die Ausbreitung des durch Injection vom Subarachnoidalraum her blau gefärbten Zottengewebes darstellend. An der unteren Wand des Sinus transversus schiesst solches Gewebe massenhaft zwischen den Durabalken hinein, um die Dura in mancherlei Richtungen zu durchspinnen. Auch an der unteren Seite des Sinus rectus sieht man eine kleine Partie von solchem Gewebe. Natürl. Grösse.

Fig. 8. Mittlere Partie der Grundfläche des menschlichen Gehirns mit theilweise ansitzender Dura, deren venöse Sinus aufgeschnitten sind, um die Ausbreitung der Zotten in ihnen zu zeigen. Das Präparat wurde in der Weise gemacht, dass nach Injection im Subarachnoidalraum vom abgeschnittenen Kopf der Schädelgrund stückweise vorsichtig entfernt wurde, bis die Dura bloss lag; dann wurden die seitlichen Partien der Dura entfernt, dann alle die Sinus aufgeschnitten. In beiden Sinus cavernosi schiessen zwischen den dieselben durchspinnenden Balken ziemlich zahlreiche Zotten empor; ebenso in den Sinus petrosi beiderseits und in einer kleinen Vene neben dem vorderen Zweig des Trigeminus. Dann sieht man auch in dieser Figur die Ausbreitung der Sinus ringsum die beiden Carotis hinaus (Sinus carotici), ebenso wie unter der Hypophyse, als einen breiten Sinus (Sinus intercavernosus inferior). Natürl. Grösse.

Fig. 9. Stück der Pars petrosa vom Menschen, mit geöffneter Schnecke; Doppelinjection mit rother Masse vom Subduralraum und blauer von den Subarachnoidalräumen aus, um die beiden Scheidenräume des Acusticus zu zeigen. Natürl. Grösse.

Fig. 10. Stück der Pars petrosa vom Menschen, um den Uebergang des von den Subarachnoidalräumen blau injicirten Acusticus in die Schnecke zu zeigen; daneben hängt ein Stück des ebenso injicirten Facialis. Natürl. Grösse.

Fig. 11. Trigeminus beim Menschen mit von aussen aufgeschnittener Duralscheide, von der Schädelseite her gesehen. Subarachnoidale Injection. Eine ziemlich zahlreiche Gruppe von Zotten, von der Arachnoidalscheide des Trigeminus stammend und in den Sinus cavernosus einschiessend. Natürl. Grösse.

Fig. 12. Oculomotorius beim Menschen mit einigen von seiner Arachnoidalscheide ausdringenden Zotten. Subarachnoidale Injection. Natürl. Grösse.

Fig. 13. Abducens beim Menschen mit einigen von seiner Arachnoidalscheide in den Sinus cavernosus ausdringenden Zotten. Subarachnoidale Injection. Natürl. Grösse.

Siehe den Text S. 179—181.


Fig.2.
Fig.13
Fig.12.
Fig.1.
Fig.11.
Fig.5.
a
b
Fig.3.
Fig.4.
Fig.7.
Fig.10.
Fig.9.
Fig.6.
Fig.8.
c
f
g
b
d
e
b

Tafel XXVIII.

Arachnoidalzotten beim Menschen.

Fig. 1. Querschnitt der harten und der weichen Haut des Gehirns mit den von der letzteren entspringenden und in die venösen Sinus einschiessenden Zotten.

f Oberste Schicht des Gehirns im Querschnitt.

e Pia mater oder innerste Schicht der weichen Haut, von der Hirnoberfläche abgelöst, nur durch die in die letztere sich einsenkenden Gefässtrichter noch mit ihr verbunden.

d Durchgeschnittene Subarachnoidalräume von verschiedener Grösse, durch dünne Häutchen getrennt.

g Dichteres Subarachnoidalgewebe, aus Balkennetzen bestehend.

v Querschnitt einer Vene im Subarachnoidalgewebe.

c Querschnitte von Durabalken, zwischen welche das subarachnoidale Balkengewebe sich einsenkt, um das Zottengewebe (Zottenstiele) und die freien Zotten zu bilden.

h Freie, in die venöse Lacune einschiessende Zotten.

i Duralscheiden der Zotten, mit dem innerhalb derselben befindlichen Subduralraum der Zotten.

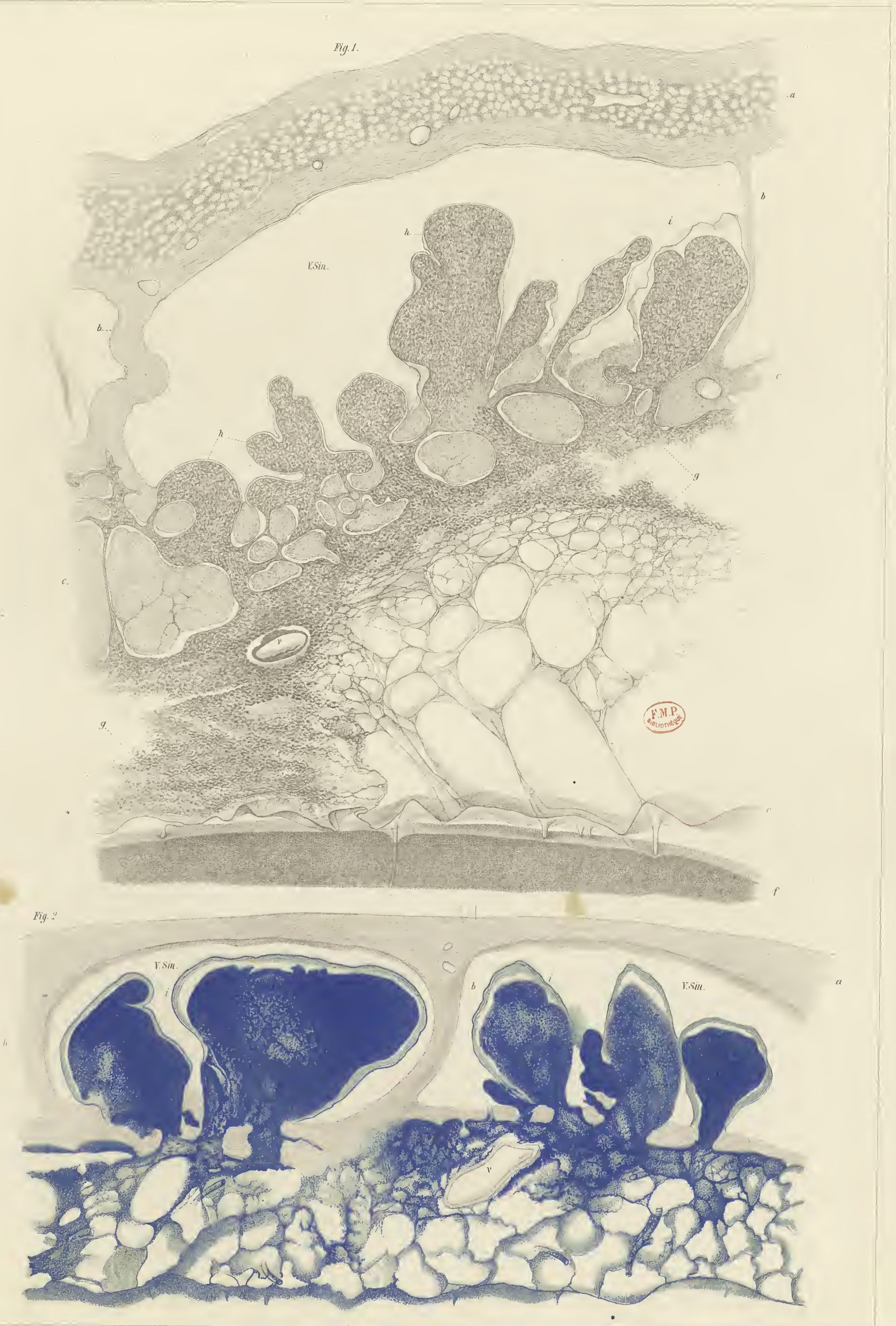
V. Sin. Venöser Sinus, eigentlich eine der seitlich vom Sinus longitudinalis befindlichen venösen Lacunen, in welcher die Zotten flottiren.

a Dura mater, das äussere Dach der venösen Lacune bildend, mit einigen quergeschnittenen Blutgefässen versehen und fast überall die in ihrem Gewebe befindlichen Saftlacunen zeigend.

b Scheidewände vom oberen äusseren Duradach der venösen Lacune, durch diese letztere zu dem unteren inneren duralen Balkengewebe hinabziehend; durch diese Scheidewände werden die venösen Lacunen theils nur unvollständig in kleinere Abtheilungen getrennt, theils vollständiger von einander geschieden. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gezeichnet bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 2. Querschnitt der harten und der weichen Haut sammt den Arachnoidalzotten. Eine Injection von Richardsonschem Blau hat in den Subarachnoidalräumen stattgefunden; die blaue Masse ist aber grösstentheils aus diesen Räumen wieder ausgewaschen, so dass eigentlich nur ihre häutigen Wände noch blau gefärbt sind; die fraglichen Räume stehen deswegen als quergeschnittene, offene, leere Gänge; dies Gewebe ist nach unten zu von der Pia begrenzt; oben geht es in ein dichteres, grössere, quergeschnittene Venen (*v*) enthaltendes Balkengewebe über, welches zwischen den spärlichen Durabalken aufsteigend als freie, meistentheils mit Blau gefüllte Zotten in die beiden venösen Lacunen (*V. Sin.*) einschiessen. Die Zotten sind von ihren Subduralräumen umgeben, welche nach aussen zu gegen das Lumen der venösen Lacunen von ihren Duralscheiden (*i*) getrennt sind; die in die Subduralräume ausgetretene blaue Masse ist durch die Präparation meistentheils wieder ausgewaschen. *a* das äussere Duradach der venösen Lacunen; *b* durale Balken, Scheidewände derselben bildend. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 4 (halb abgeschraubt) und Ocul. 2 (eingeschob. Tubus).

Siehe den Text S. 181—185.


Fig. 1.
a
b
i
h
V.Sin.
b
c
h
g
c.
v
g.
f
Fig. 2
V.Sin.
i
b
a
V.Sin.
v

Tafel XXIX.

Arachnoidalzotten des Menschen.

Fig. 1 und 2. Querschnitte der harten und des oberflächlichen Theils der weichen Haut sammt den Arachnoidalzotten, bei welchen eine Injection mit Richardsonschem Blau vom Subduralraum des Gehirns und Rückenmarks aus geschehen ist. Vom Subarachnoidalgewebe steigen durch den Subduralraum, dessen Wände noch mit Blau gefärbt sind, Zottenstiele durch das Duragewebe hinauf, um sich dann in verschiedener Weise verzweigend in die venösen Lacunen einzusenken; das injicirte Blau ist grösstentheils in den Subduralräumen der Zotten geblieben, und diese Räume sind von demselben meistentheils stark ausgespannt (ein Theil der blauen Masse ist wieder ausgefallen), wogegen das eigentliche Zottengewebe, welches kein Blau enthält, dadurch zusammengedrückt ist. Das Blau ist indessen an der Fig. 1 auch durch die Duralscheiden der Zotten gedrungen, so dass es sowohl ihre äusseren Seiten als die übrigen von der Dura gebildeten Wände der venösen Lacune gefärbt hat; im Lumen der letzteren ist es aber nicht mehr vorhanden, sondern aus demselben ausgewaschen. Im Dura-dach der venösen Lacune (Fig. 1) sind einige quergeschnittene Blutgefässe mit Blau gefüllt. Die Saftlacunen sind schwach angedeutet. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gezeichnet bei Hartn. Obj. 4 (halb abgeschraubt) und Ocul. 3.

Fig. 3. Querschnitt der harten und weichen Haut sowie des Zottengewebes und der Oberfläche des Gehirns. Injection vom Subarachnoidalraum des Rückenmarks aus. Von den Subarachnoidalräumen, welche grösstentheils noch mit Blau gefüllt, hie und da aber wieder leer geworden sind, ist die blaue Masse theils nach innen mit den Piatrichtern eine kleine Strecke in die Hirnsubstanz eingedrungen, theils nach aussen mit dem Zottengewebe in die Dura eingeflossen; hier geht sie überall mit demselben auf seinen verzweigten Bahnen, die Balken des Duragewebes von einander trennend, hinein, ohne indessen freie, in venöse Sinus einschiessende Zotten zu bilden. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 4 (halb abgeschraubt) und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 4. Frontaler Querschnitt der oberen Wölbung des Gehirns mit ihrer weichen und harten Haut, um die Anordnung der Zotten zu zeigen. Injection von dem Subarachnoidalraum des Rückenmarks her. Diese Injection füllt nun an der Figur das ganze Subarachnoidalgewebe mit seinen Räumen und Gängen, deren Wände durch feine, weisse Linien angegeben sind, senkt sich zwischen den Windungen in die Furchen hinein und in der Mitte der Figur in die Fissura longitudinalis bis zum Corpus callosum; hie und da stehen im blauen Gewebe quer- und längsgeschnittene Blutgefässe aufgehängt. Rechts an der Figur sind an der Oberfläche des Gehirns die mit Blau injicirten Piatrichter angegeben. In der Mitte der Fissura longitudinalis senkt sich der Falx hinab, ohne den Grund der Fissur zu erreichen; zu beiden Seiten von dem Falx steht der Subduralraum offen, links treten einige Balken von ihm zur Arachnoidea über, ebenso wie er unten mit ihr vereinigt ist. Von dem mit Blau gefüllten Subarachnoidalgewebe steigen nun Gruppen von Arachnoidalzotten, mit der Injectionsmasse gefüllt, durch das Duragewebe, dieses in mancherlei Richtungen durchspinnend, zu den venösen Sinus und Lacunen hinauf; in der Mitte der Figur schiessen einige derselben in den Sinus longitudinalis; links und rechts steigen sie dicht gedrängt in die venösen Lacunen hinein, dieselben fast erfüllend und an einer Stelle rechts das Dura-dach der Lacune emporhebend (mithin ein Grübchen im Schädel verursachend). Durch durale Scheidewände sind die Lacunen mehr oder weniger unvollständig von einander abgetrennt. Im oberen Theil des Duragewebes sind zahlreiche, von der Injectionsmasse gefüllte Blutgefässe als blaue Punkte angegeben. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei dreimaliger Vergrösserung.

Siehe den Text S. 179—185.

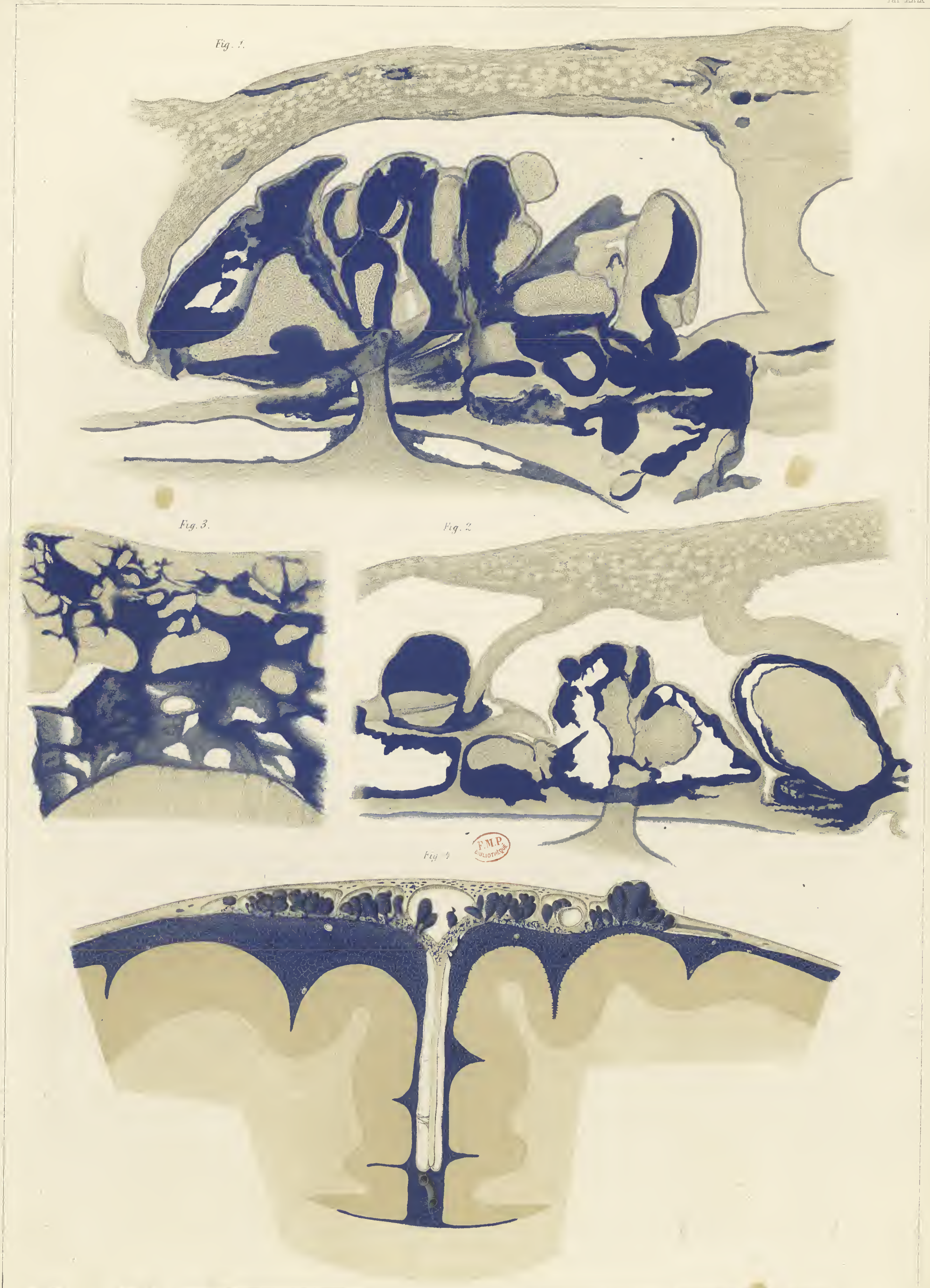


Fig 1,2 gez v N O Bjorkman Fig 3,4 gez v Th Lundberg

Dir v A Key & G Retzius

Lith Inst v J G Bach Leipzig

Tafel XXX.

Arachnoidalzotten des Menschen.

Fig. 1. Querschnitt der Dura mater mit arachnoidalem Zottengewebe, von der unteren Wand des Sinus longitudinalis. Subarachnoidale Injection. Von der weichen Haut, deren Häutchen durch die Injection blau gefärbt sind, steigen durch die Dura Stiele des ganz durch die Injection erfüllten Zottengewebes hinauf, um das Duragewebe, vielfache Verzweigungen und Anastomosen in ihm bildend, in der verschiedensten Weise zu durchspinnen. Von der Oberfläche dieser Durawand steigen dann einige freie, grössere und kleinere Zotten in den Sinus hinein, welche auch von der Injectionsmasse ganz erfüllt sind. Diese freien Zotten sind wie überall von ihrer Duralscheide umkleidet. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gezeichnet bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 2 (halb ausgezog. Tubus).

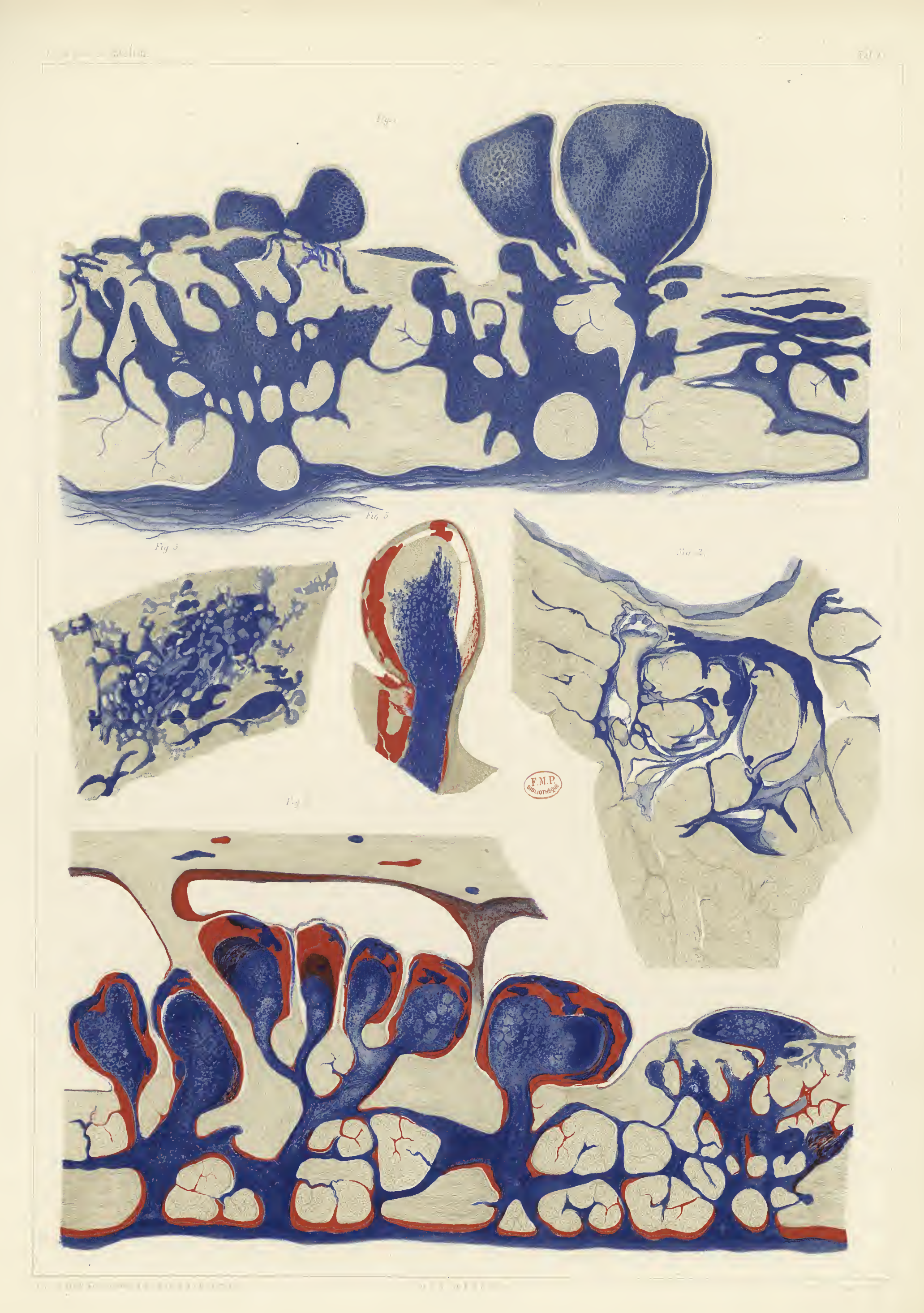
Fig. 2. Querschnitt der unteren Wand des Sinus longitudinalis und des oberen Theils vom Falx mit zwischen den Balken und Fibrillenbündeln des Duragewebes in mancherlei Weise einschiessenden und sie umstrickenden Häutchen des arachnoidalen Zottengewebes, welche durch eine subarachnoidale Injection blau gefärbt sind. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 2.

Fig. 3. Eine Arachnoidalzotte mit ihrer Duralscheide. Doppelinjection mit blauer Masse vom Subarachnoidalraum und rother vom Subduralraum des Rückenmarks her ausgeführt. Die blaue Masse hat das balkige Zottengewebe noch nicht vollständig ausgefüllt; die rothe liegt im Subduralraum der Zotte, welcher rechts fast leer und offen steht; hier sieht man einen Balken von der Duralscheide zur arachnoidalen Oberfläche der Zotte ziehen. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 4 (halb abgeschraubt) und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 4. Querschnitt der Dura mit dem Zottengewebe durch die Gegend der venösen Lacunen. Doppelinjection mit blauer Masse von dem Subarachnoidalraum und rother vom Subduralraum des Rückenmarks her. Beide Massen haben das reichliche, die Dura durchspinnende Zottengewebe überall zwischen den Durabündeln in ihren getrennten Bahnen begleitet, resp. gefüllt, um erst im Subduralraum der freieren, in die venösen Lacunen einschiessenden Zotten gemischt zu werden. Aus den Subduralräumen der Zotten sind dann ferner die beiden Massen in die venösen Lacunen ausgetreten und haben ihre Wände gefärbt. Auch im oberen äusseren Duradach sind einige Venen mit denselben gefüllt. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 2 (eingeschob. Tubus).

Fig. 5. Partie eines vom Subarachnoidalraum aus, aber nur theilweise, injicirten Balkengewebes einer Zotte. Zwischen den Balken liegen die mit Blau gefüllten Spaltenräume, welche eben zum Vergleich mit den Saftbahnen im Bindegewebe an anderen Stellen des Körpers von Interesse sind. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3.

Siehe den Text S. 179—185.



Tafel XXXI.

Der feinere Bau der Arachnoidalzotten beim Menschen.

Fig. 1. Schnitt durch die ganze Länge einer grösseren einfachen Arachnoidalzotte, dessen Maschenräume sich in natürlichem, ausgespanntem Zustande befinden. Unten steigt der Stiel von der weichen Haut zwischen zwei quergeschnittenen Durabalken hinauf, um in den venösen Sinus angelangt sich zum grossen, ballonförmigen Körper zu erweitern. Von dem Duragewebe erhält die Zotte eine Fortsetzung in Gestalt eines Häutchens, die Duralscheide, welche sie rings umgiebt, aber durch einen offenen Raum, den Subduralraum der Zotte, der eben eine Fortsetzung des Subduralraums des Gehirns bildet, von der eigentlichen Zotte getrennt ist. Das Gewebe der Zotte besteht, als eine Fortsetzung des Subarachnoidalgewebes, aus Balken in reichlicher, netzförmiger Verbindung, welche eine Unzahl offener Maschenräume zwischen sich lassen; einige dieser Räume sind grösser, gleichsam vacuolenartige Erweiterungen im Balkengewebe bildend. Die Oberfläche der Zotte ist mit einer Verdichtungsschicht, eine Fortsetzung der Arachnoidea, umgeben; zwischen ihr und der Duralscheide laufen einzelne (subdurale) Balken. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gezeichnet bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 2 (eingeschob. Tubus).

Fig. 2. Partie des Zottengewebes an der Oberfläche einer Zotte; die reichlich anastomosirenden, fibrillären und mit kernhaltigen Zellenscheiden versehenen Balken, in ihren Maschen offene Räume lassend, gehen oben in eine dünne, häutchenartige Ausbreitung über, welche die die Zottenoberfläche ausmachende Membran, die Arachnoidea der Zotten, darstellt. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul 2 (eingeschob. Tubus).

Fig. 3. Partie des Zottengewebes mit mehr cylindrischen, gleich dicken Balken, von welchen die Kerne der Zellenscheiden abgefallen sind. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 4. Partie des Zottengewebes mit etwas spärlicheren, von ihren Zellenscheiden umgebenen Balken, die längliche Maschen bilden. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (Tubus zum Drittel ausgezogen).

Fig. 5. Partie des Zottengewebes an der Oberfläche einer Zotte, um den Uebergang der Balken in die Flächenmembran, die Arachnoidea der Zotte, zu zeigen; die Balken breiten sich mit weiten Füssen strahlenförmig in ihr aus; von diesen Balken sind die Kerne der Zellenscheiden weggefallen. Von der Aussenfläche der Flächenmembran ist die sie bekleidende Endothelschicht, diejenige der Arachnoidea der Zotte, abgelöst und flottirt frei. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 7. Partie der Flächenmembran, Arachnoidea einer Zotte, von innen her gesehen und mit dem an ihr sich ansetzenden Balkennetz. Zwischen den fibrillären Bündeln der Membran bleiben ziemlich zahlreiche, längliche oder rundliche Lücken, die von keinen Fibrillen bedeckt sind, deren Boden mithin nur von der äusseren Endothelschicht der Arachnoidea geschlossen ist. Es sind dies wahrscheinlich die Löcher, durch welche die Saftströmung ihre Bahn hat. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 9. Partie der Oberfläche einer Zotte mit salpetersaurer Silberlösung behandelt, wodurch die Zellengrenzen der Endothelschicht ihrer Arachnoidea dargestellt sind; das Balkengewebe schimmert durch dasselbe hervor. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 2 (ausgezog. Tubus).

Fig. 6. Partie der Duralscheide einer Zotte, in flächenhafter Ausbreitung und von innen her gesehen. Nur spärliche fibrilläre Balken ziehen netzförmig verbunden in ihr. beiderseits von Endothelhäutchen bekleidet, welche ihre Lücken vollständig ausfüllen. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 10. Partie der Duralscheide einer Zotte, ausgebreitet und von innen her gesehen. Reichlichere Balken setzen hier dieselbe zusammen; von ihrer bekleidenden Endothelschicht flottiren einige abgelöste Fetzen. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 8. Eine leere, von einer Zotte abgeschälte Duralscheide, unten am Stiel abgerissen und der Länge nach aufgeschnitten. Die die Scheide bildenden Balken und Zellen sind nur schwach angedeutet. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 2 (eingeschob. Tubus).

Siehe den Text S. 181—182.


Fig. 2.
Fig. 1.
Fig. 3.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 4.
Fig. 10.
Fig. 6
Fig. 5.
Fig. 7.

Tafel XXXII.

Bau und Scheiden des Opticus beim Menschen.

Fig. 1. Halbe Partie des Längsschnitts durch den Mittelplan des peripherischen Endes des Opticusstammes nebst seinen Scheiden und deren Uebergang in die Häute des Augapfels. Rechts die ungefähr die Mittellinie des peripherischen Opticusendes durchziehende Arteria centralis (*Ac*), von ihrem Bindegewebe bis zu ihrer Theilung (*A*) in der Papilla optici begleitet; unter den beiden Arterienzweigen in der Papille sieht man den Durchschnitt zweier Venen (*V*). Links von der Arteria centralis findet sich die Hälfte des peripherischen Opticusstammes in diesem Schnitt ungefähr aus sieben Säulen von Nervenbündeln bestehend, welche von Netzen Blutgefässe führender Bindegewebsbalken umsponnen und theilweise getrennt sind; die Saftbahnen, welche die Nervenbündelsäulen und die bindegewebigen Balken begleiten und von einander trennen sowie auch die Nervenbündelsäulen selbst durchziehen, sind durch Kerne der diese Bahnen durchspinnenden Zellen angegeben; hie und da sieht man solche Zellen enthaltende quere Anastomosen der Saftbahnen die Balkensäulen kreuzen. Die Balken hängen theils mit dem die Arteria centralis begleitenden Bindgewebe, theils mit der den Opticusstamm umgebenden Pialscheide (*P*) zusammen, welche letztere eine innere, dünnere, längsgehende und eine äussere, viel dickere, aus quergeschnittenen Balken bestehende Schicht zeigt. Aus dieser Pialscheide lösen sich zahlreiche, freie Balken ab, die den aussen liegenden Raum, den Subarachnoidalraum des Opticus, in reichlicher netzförmiger Anordnung durchziehen, indem sie durch Verzweigung der Balken, welche die diesen Raum aussen begrenzende Haut, die Arachnoidea optici, (*A*) durchbohren, entstehen. Nach aussen (links) von dieser dünnen Haut findet sich an der Figur der Subduralraum des Opticus (*S*), welcher von nur spärlicheren, dicken Balken durchzogen ist. Es sind diese Balken, welche die Arachnoidea durchbohren und sich zum subarachnoidalen Balkennetz auflösen. Sie stammen aus der äusseren Scheide, der Duralscheide (*D.*) des Opticus, in welche hinein ihre Fibrillenbündel hie und da eine Strecke weit verfolgt werden können. In der Duralscheide sieht man ihre Zusammensetzung aus Lamellen, zwischen welchen hie und da offene Spalten vorhanden sind. In der unteren Partie liegt der Querschnitt eines Nerven; höher oben sind Querschnitte zweier Blutgefässe. Im inneren Theil der Scheide sieht man zwischen den aus längsgehenden Bündeln bestehenden Lamellen Querschnitte quergehender Bündel. Oben am Uebergang d r Duralscheide in die Sclera (*Scl.*) liegen Querschnitte grösserer, quergehender Bündel. In der Sclera wechseln Durchschnitte längs- und quergehender (meridionaler und circulärer) Bündel; links findet sich der Querschnitt eines Nerven (*N.*) Am vorderen Ende der Scheideuräume, Fundus vaginarum optici, wo die Arachnoidea sich der zur Sclera gewordenen Duralscheide anlegt und mit ihr verschmilzt, verengert sich nun der Opticusstamm, die Lamina cribrosa bildend; die Nervenfaserbündel verlieren ihre dunkle Beschaffenheit (ihre Myelinscheiden), sie werden schmäler und biegen dann endlich, die Lamina cribrosa wieder verlassend, in die Opticusschicht der Retina (*R*) um, indem sie aber noch zwischen ihren Bündeln zellenhaltige Saftbahnen besitzen. In der Lamina cribrosa sieht man, ausser der Veränderung der Nervenfaserbündel, auch die veränderte Beschaffenheit der Bindegewebsbalken, indem diese letzteren mehr quergehend und dichter werden, sowie auch als bogenförmige Schlingen die Nervenfaserbündel wie mit einem verflochtenen Korbwerke umstricken; in ihren Saftbahnen liegen zahlreiche Zellen. Die Balken der Lamina hängen theils reichlich mit dem die Arteria centralis begleitenden Bindegewebe zusammen, theils stammen sie in grosser Anzahl aus der Sclera, sowie höher oben, wenn auch geringer, aus der Chorioidea, indem Bündel aus diesen in die Lamina eindringen; in der Höhe der Chorioidea findet sich auch die vordere (obere) Grenze der Lamina cribrosa. Zwischen der Retina (*R.*), deren verschiedenen Schichten schematisch angegeben sind, und der Sclera (*Scl.*) sieht man die *Chorioidea (Ch.)* mit ihren quer- und längsgeschnittene Blutgefässe und Pigmentzellen führenden Zellenschichten, ebenso wie die *Suprachorioidea (Sch.)* mit ihren aufgeblätterten, Pigmentzellen führenden Zellenlamellen, zwischen welchen die perichorioidalen Spaltenräume vorhanden sind. Das suprachorioidale Gewebe sendet mit den in die Sclera eindringenden Blutgefässen Pigmentzellen führende, concentrische Scheiden von ihren Lamellen her. Die dieser Figur zu Grunde liegenden Präparate waren mit Müllerscher Lösung und Alkohol behandelt, sowie mit neutraler Carminlösung gefärbt. Gezeichnet bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (fast eingeschob. Tubus).

Fig. 2. Partie eines Querschnitts des Opticus mit seinen Scheiden. Bei *O* quergeschnittene Nervenfaserbündel von ihren Balkenbündeln umstrickt; *P.* Pialscheide; *Sar.* Subarachnoidalraum des Opticus mit seinen freien Balken; einige dieser Balken breiten sich fächerförmig an der Arachnoidalscheide (*A.*) aus, andere stammen nach Durchbohren dieser Haut aus den den Subduralraum (*Sdr*) durchsetzenden, aus der Duralscheide (*D*) ausgehenden, einfachen Balken her; nur der innere Theil der Duralscheide ist abgebildet. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3.

Fig 3. Partie der Arachnoidalscheide des Opticus flächenhaft ausgebreitet und von innen her gesehen; auf ihr liegen netzförmig sich auflösende, von Zellenscheiden umgebene Balken, welche sich in die Arachnoidalscheide auflösen und in sie übergehen; die Zusammensetzung der Arachnoidalscheide aus Fibrillenbündelnetzen und diese bekleidenden Zellenhäutchen ist in der Fig. angegeben. Behandl. mit schwacher Ueberosmiumsäurelösung. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 4. Balken aus dem Subarachnoidalraum des Opticus, von seiner kernführenden, weiten Zellenscheide umgeben. Oben ist diese Scheide abgerissen, so dass die den Balken zusammensetzenden feinen Fibrillen büschelförmig hervortreten. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und. Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 5. Balken aus dem Subarachnoidalraum des Opticus, spiralförmig gewunden in seiner weiten Zellenscheide verlaufend; neben ihm läuft innerhalb der Scheide eine gestreckte, feine, elastische Faser. Behandl. mit Müllerscher Lösung. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 190—193 und 201—210.

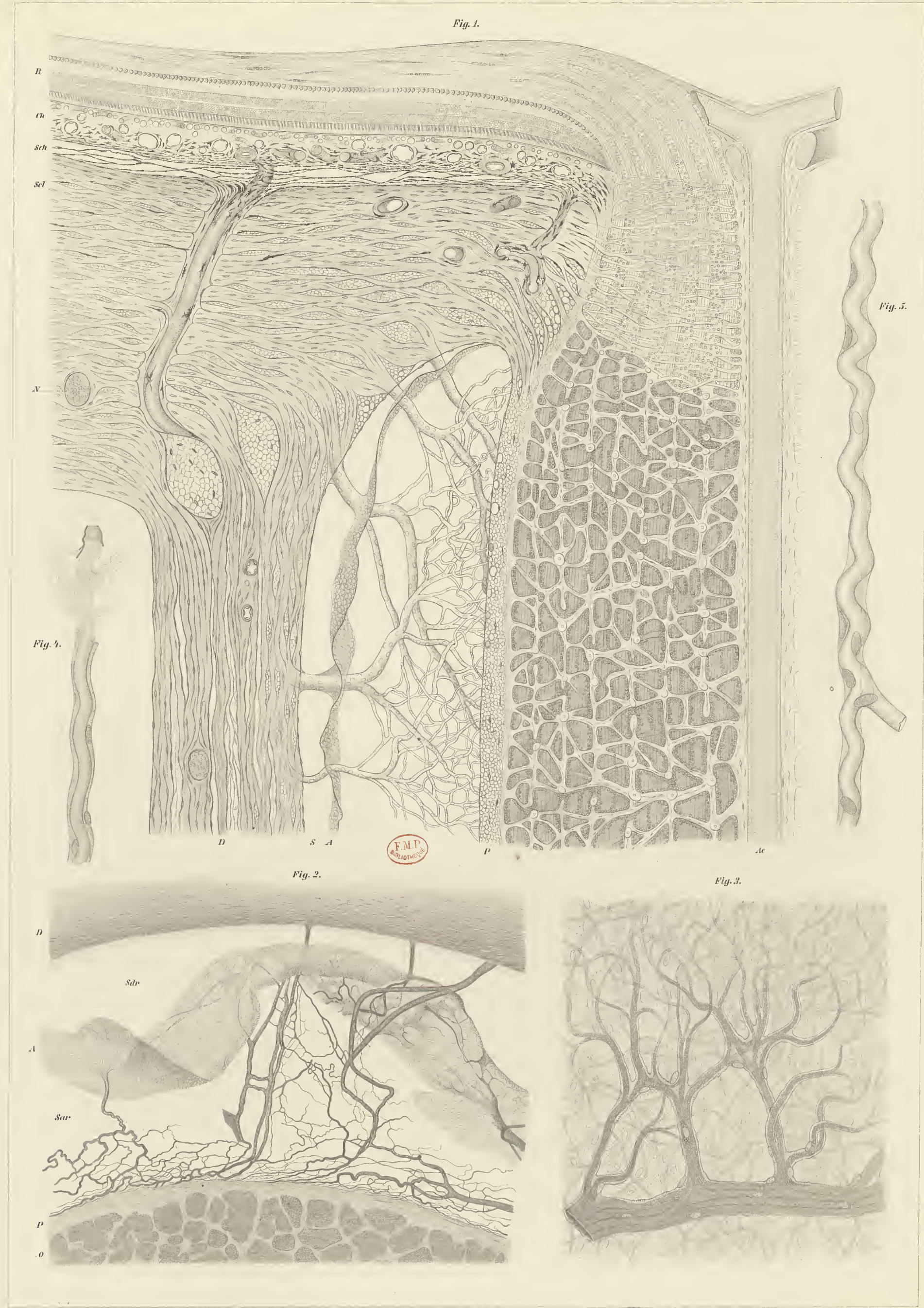


Fig. 1, 3, 5 gez. v. Th. Lundberg Fig. 2, 4 gez. v. N. O. Björkman. Dir. v. A. Key & G. Retzius

Tafel XXXIII.

Saftbahnen (Lymphbahnen) des Opticus, durch Injection mit Richardsonscher Injectionsmasse dargestellt.

Fig. 1. Längsschnitt durch die Mitte des peripherischen Endes des Opticus beim Menschen. Injection des Subduralraums des Opticus, vom Subduralraum des Gehirns aus gemacht. Doppelte Vergrösserung.

Fig. 2. Längsschnitt durch die Mitte des peripherischen Endes des Opticus beim Menschen. Injection des Subarachnoidalraums des Opticus von den Subarachnoidalräumen des Rückenmarks und Gehirns aus gemacht. Doppelte Vergrösserung.

Fig. 3. Längsschnitt durch die Mitte des peripherischen Endes des Opticus beim Menschen. Injection der inneren Saftbahnen des Opticusstammes, welche, die Nervenfaserbündel umfassend und mit einander vielfach anastomosirend, besonders in der Lamina cribrosa, wo die queren Verbindungen sehr reichlich sind, sich in die Papilla optici strahlenförmig zwischen ihren Nervenbündeln fortsetzen. Die Injection wurde durch Stich in den Stamm hinein ausgeführt. Gezeichnet bei Hartn. Obj. 4 (halb abgeschraubt) und Ocul. 2 (eingeschob. Tubus).

Fig. 4. Partie von einem Längsschnitt eines injicirten Opticusstammes beim Menschen. Die Nervenfaserbündel sind von der Injectionsmasse umgeben, und zwischen den Injectionstuben laufen zwischen den Balkenquerschnitten zahlreiche Anastomosen verschiedener Dicke. Stichinjection im Opticusstamm. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 5. Partie von einem Querschnitt eines injicirten Opticusstammes beim Menschen. Der Schnitt wurde dem Opticus nahe an der Mitte seiner Länge entnommen. Oben sieht man die Pialscheide, von welcher Bindegewebsbalken zu dem zwischen den Nervenbündeln verlaufenden Balkennetze eindringen. Die injicirten Saftbahnen umgeben theils ringförmig (tubulär) die Querschnitte der Nervenfaserbündel, theils laufen sie auch ins Innere der Bündel, mehr oder weniger reichliche, verzweigte Gänge in denselben darstellend; hie und da sieht man auch Querschnitte mehr canalförmiger Saftbahnen als blaue Punkte im Inneren der Bündel. An der Grenze zwischen der Pialscheide und den Nervenfaserbündeln hat sich die Injectionsmasse wie gewöhnlich reichlicher angesammelt. Stichinjection im Opticusstamm. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (halb ausgezog. Tubus).

Fig. 6. Partie vom Querschnitt eines injicirten Opticusstammes beim Menschen. Die die Nervenfaserbündel umgebenden Saftbahnen sind fast überall von der Masse gefüllt; von ihnen zieht dieselbe an mehreren Stellen ins Innere der Bündel, die dortigen Saftbahnen, entweder in Gestalt von verzweigten oder von canalförmigen Gängen, mehr oder weniger füllend. In den Saftbahnen sind die diese durchspinnenden Zellen angegeben. Stichinjection im Opticusstamm. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol, Carminfärbung. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

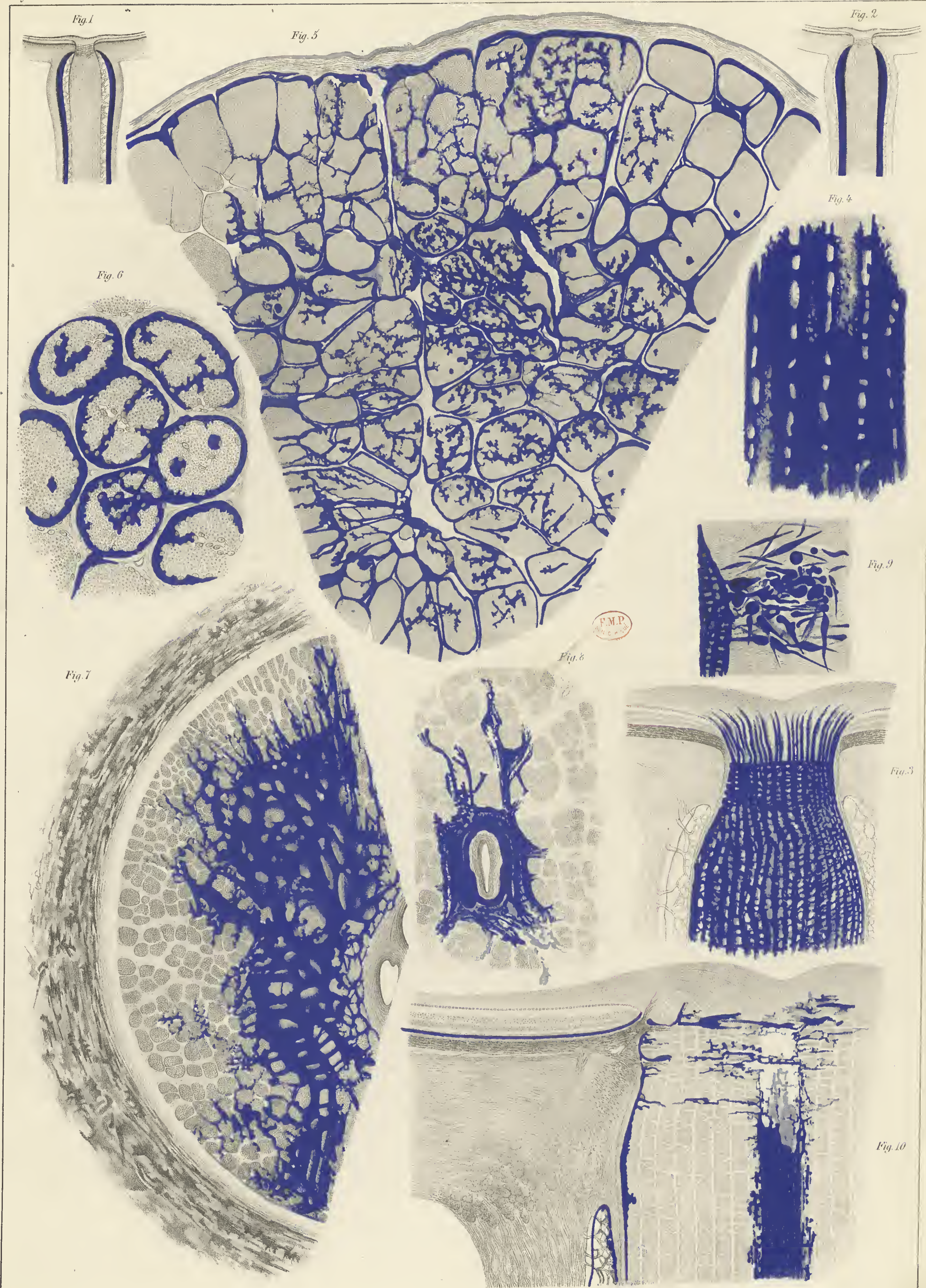
Fig. 7. Beinahe die Hälfte eines Querschnitts durch die injicirte Lamina cribrosa in der Höhe der Chorioidea. Beim Menschen. Links die Chorioidea mit ihren Pigmentzellen; innerhalb derselben die Fortsetzung der Pialscheide und von ihr ausgehend die zahlreichen Balken, welche die Querschnitte der Nervenfaserbündel vielfach umspinnen; rechts die centralen Blutgefässe. Die Injection, durch Stich im Opticusstamm dargestellt, hat besonders gegen die Mitte der Lamina hin die Saftbahnen zwischen den Bündeln reichlich gefüllt. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 8. Centrale Partie des Querschnitts einer injicirten Lamina cribrosa beim Menschen mit Füllung der Saftbahnen in dem die Arteria centralis begleitenden Bindegewebe und zwischen den Bündeln der Nervenfasern. Stichinjection im Opticusstamm. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3.

Fig. 9. Partie des Längsschnitts eines injicirten menschlichen Opticus, bei welchem von der Lamina cribrosa (links) aus Saftbahnen in der Sclera in Gestalt von spindelförmigen, im Querschnitt cylindrischen Tuben gefüllt sind. Stichinjection im Opticusstamm. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 2 (ausgezog. Tubus).

Fig. 10. Längsschnitt durch die Mitte des peripherischen Endes eines injicirten Opticusstammes (Opticuseintrittes ins Auge) beim Hunde. Die Injection ist theils den Centralgefässen gefolgt, theils hat sie sich unter der Pialscheide verbreitet, um besonders in der Lamina cribrosa seitliche Netze auszusenden. Im Subarachnoidalraum des Opticus findet sich auch Injectionsmasse, ebenso wie ferner in einem Spaltenraum zwischen Retina und Chorioidea. Von der Chorioidea gehen pigmentirte Balkenzüge theils in die Lamina, theils in die Papilla optici hinein. Stichinjection im Opticusstamm. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 2 (eingeschob. Tubus).

Siehe den Text S. 207—209.


Fig. 1
Fig. 5
Fig. 2
Fig. 4
Fig. 6
Fig. 9
Fig. 7
Fig. 8
Fig. 3
Fig. 10

Tafel XXXIV.

Der innere Bau und die Saftbahnen des Opticus beim Menschen (mit Ausnahme der Fig. 11, die vom Schafe stammt).

Für die ganze Tafel gemeinsame Bezeichnungen (nur nicht an der Fig. 9):

a Nervenfaserbündel, längs- oder quergeschnitten.

b Balken aus dem bindegewebigen Gerüst.

c Die Zellen, welche die Saftbahnen durchspinnen.

d Blutgefässe.

Fig. 1. Partie von einem Längsschnitt des Opticusstammes nicht weit von der Lamina cribrosa. Zwischen den Nervenfaserbündeln sieht man in den Zwischenräumen die weissen Quer- und Schiefschnitte der Bindegewebsbalken und die Saftbahnen mit ihren durchspinnenden Zellen ebenso wie einige längs des Inneren der Bündel verlaufende Saftbahnen. Von den Zellen laufen Ausläufer als feine Striche zwischen den Nervenfasern quer in die Bündel hinein. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol sowie Färbung mit neutr. Carminlös. Gezeichnet bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 2. Partie von einem Querschnitt (der äusseren Hälfte) des Opticusstammes. In den Nervenfaserbündeln, deren quergeschnittene Nervenfasern durch ihre sehr verschieden breiten Myelinscheiden hervortreten, sieht man die von den verzweigten Zellen durchsponnenen Saftbahnen theils das Innere der Bündel in verschiedenen Richtungen durchziehen, theils ihre äusseren Ränder an der Grenze der Balken umkreisen; hie und da laufen über die Balken von den Saftbahnen des einen Bündels zu denjenigen des anderen Verbindungen, welche ähnliche Zellen enthalten. In den Balken sieht man hie und da Querschnitte von Blutgefässen. Behandl. mit Müllerscher Lösung, Alkohol und neutr. Carminlös. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 3. Partie von einem Längsschnitt des Opticusstammes, um die Anordnung der die Nervenfaserbündel umspinnenden, in ihrer Axe Blutgefässe enthaltenden Bindegewebsbalken zu zeigen. Die Zellen der Saftbahnen sind nicht angegeben. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 4. Ein Nervenfaserbündel der Länge nach gesehen, aus dem Inneren des Opticusstammes. Auf und neben ihm liegen in den Saftbahnen ihre verzweigten Zellen; links ist die Saftbahn von einem Balken, rechts von einem Nervenfaserbündel begrenzt. Behandl. mit Müllerscher Lösung. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 5. Saftbahnspalte ihrer Breite nach gesehen, zwischen zwei Nervenfaserbündel liegend und von einem verzweigten Balken durchzogen. Die ganze Spalte ist von einem reichlichen Zellennetz durchsponnen, dessen Kerne als glänzende, ovale Körper in verschiedener Tiefe liegen und dessen feinkörnig-protoplasmatische Ausläufer als dünne Häutchen und Fasern in den verschiedensten Richtungen verlaufen, Gänge, Canäle und vacuolartige Räume zwischen sich offen lassend, ebenso wie Zweige ins Innere der Nervenfaserbündel einsendend. Behandl. mit Müllerscher Lösung, Alkohol und neutr. Carminlös. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

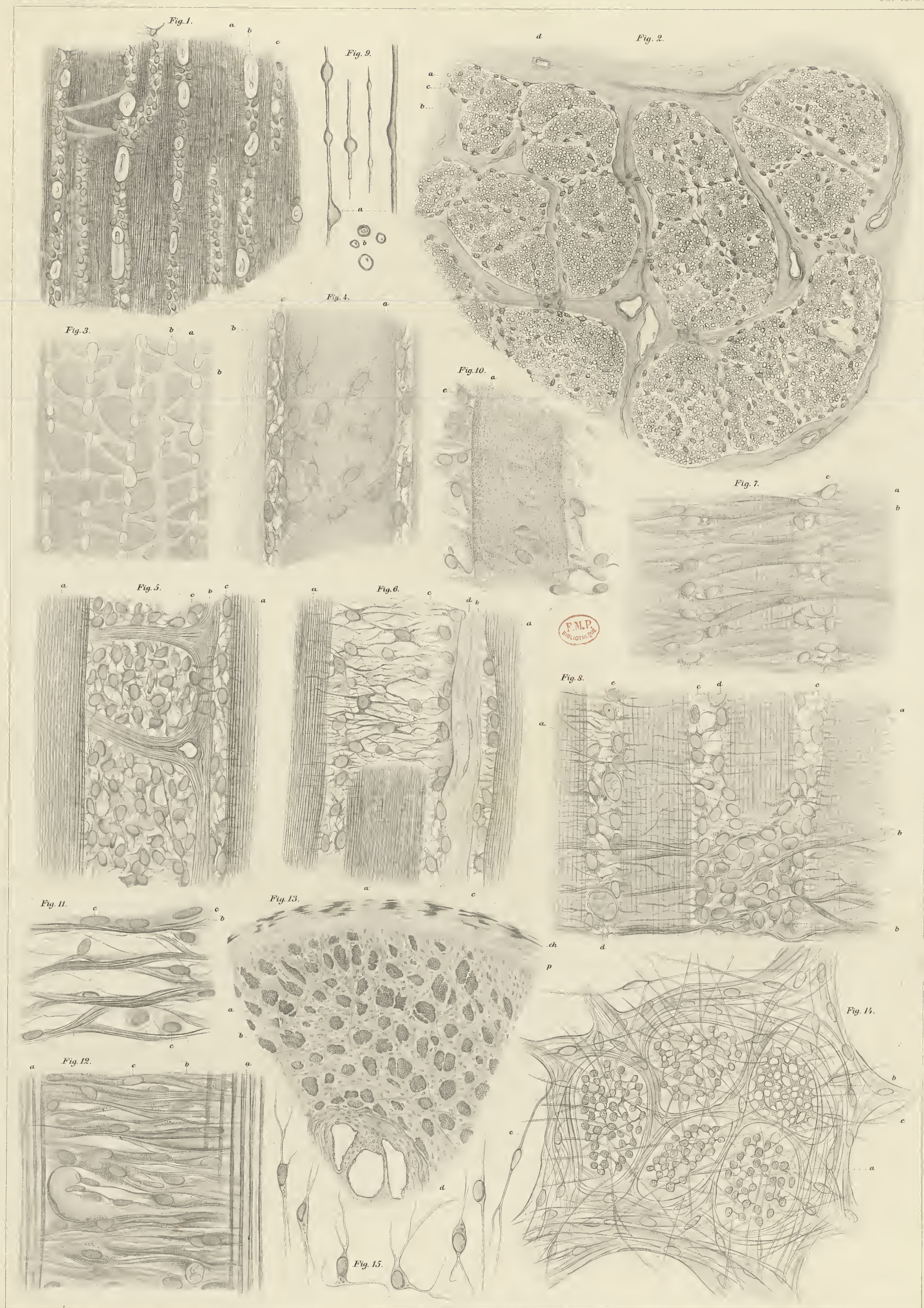
Fig. 6. Partie von einem Längsschnitt des Opticus nicht weit von der Lamina cribrosa. Rechts und links stossen Nervenfaserbündel an, in der Mitte sieht man unten (bei *a'*) ein Nervenfaserbündel, zwischen welchem und dem angrenzenden Bündel und Balken die von Zellen durchsponnenen Saftbahnen liegen; das mittlere Bündel ist quer abgebrochen und sein oberes Stück ist entfernt, so dass hier die Saftbahnspalte wie in der vorigen Figur ihrer ganzen Breite nach offen liegt, ihr intricates Zellennetz mit den reichlichen, meist der Quere nach verlaufenden, theilweise ins Innere der Bündel einschiessenden Ausläufern darstellend; zwischen diesen Zellen sind auch hier die verzweigten Räume und Gänge in ihrer verwickelten Anordnung zu sehen. Behandl. mit Müllerscher Lösung, Alkohol und neutr. Carminlös. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 7. Partie von einem Längsschnitt des Opticus beim Uebergang zur Lamina cribrosa. Drei Nervenfaserbündel von quergehenden, verzweigten Bindegewebsbalken umstrickt; in den Saftbahnspalten zwischen den Bündeln sieht man einige der verzweigten Zellen sowie Querschnitte zweier mit Blutkörperchen gefüllter Blutgefässe. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 8. Partie von einem Längsschnitt des äusseren Theils der Lamina cribrosa. Unten laufen quer über die Nervenfaserbündel Bindegewebsbalken, jene umstrickend. Oben sind solche Balken nicht vorhanden. In den Saftbahnspalten zwischen denselben liegen die sie durchspinnenden, reichlich verzweigten Zellennetze, von denen aus fadenförmige Zellenausläufer ins Innere der Bündel einziehen. Zwischen den Zellen bleiben offene, communicirende Räume und Gänge. Ebenso finden sich hier Querschnitte einiger Blutgefässe Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 9. Isolirte Nervenfasern aus einem in Ueberosmiumsäure erhärteten Opticusstamm; bei *a* Längsansicht verschieden dicker Fasern, deren Myelinscheiden varicöse Erweiterungen zeigen; bei *b* Querschnitte der Fasern eben an solchen varicösen Erweiterungen, um den offenen Raum zwischen der Myelinscheide und dem Axencylinder darzulegen. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 10. Partie der Oberfläche eines der Länge nach gesehenen Nervenbündels aus der Lamina cribrosa mit dem dasselbe überziehenden, feinkörnig-protoplasmatischen Anflug, welcher mit den Zellen in innigem Zusammenhange steht. Rechts und links vom Bündel sieht man die Kerne der Zellen mit ihren undeutlich faserigen Anhängseln. Behandl. mit Müllersher Lösung, Alkohol und neutr. Carminlös. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).



Dir. v. A. Key & G. Retzius

N. O. Björkman
Lith. Central-Tryckeriet (f. d. Schlachter & Goedecke) Stockholm

Tafel XXXV.

Aus dem Opticus und der Suprachorioidea.

Fig. 1. Horizontalschnitt aus der Dicke der Duralscheide des Opticus vom Menschen. Eine fibrilläre Lamelle mit anliegenden elastischen Fasern und einem dünnen, schwach körnigen Zellenhäutchen, in welchem sich zwei Kerne neben einander befinden. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gezeichnet bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 3 und 4. Häutchenzellen von den in der Dicke der Duralscheide des menschlichen Opticus liegenden, fibrillären Lamellen abgelöst. Glänzende Körner finden sich besonders um die Kerne angesammelt. Im Zellenhäutchen treten riffenartige Verdickungen undeutlich hervor. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 2. Partie eines Balkens aus dem Subduralraum des Opticus beim Menschen. Der obere breitere Theil stellt seinen Ansatz an der Duralscheide dar. Ringförmig umspinnende sowie einige längsgehende elastische Fasern sind an dem Balken zu sehen. Die aussen bekleidende Zellenscheide liegt theils an, theils ist sie in Fetzen abgelöst. Frisch untersuchter Balken mit sehr schwacher Essigsäurelösung behandelt. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 5. Partie des isolirten, bindegewebigen Balkengerüstes des Opticusstammes beim Menschen. Dasselbe wurde durch Schütteln eines Längsschnittes mit Wasser und Schaben mit Nadeln nach vorheriger Behandlung mit Müllerscher Lösung von den Nervenbündeln befreit. In der Axe der Balken laufen Blutgefässe; rechts befindet sich in dem dickeren Balken eine Arterie, die übrigen sind meistens Capillaren; zuweilen sieht man zwei solche in einem Balken. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 6. Partie eines Balkens aus dem bindegewebigen Gerüst des menschlichen Opticusstammes, an welchem einige der Saftbahnzellen mit ihren fadenförmigen Ausläufern und ihrer körnig-protoplasmatischen Masse noch in natürlicher Anordnung sich befinden. Durch kurze Maceration in Müllerscher Lösung und Isolirung durch Schütteln mit Wasser dargestellt. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 7. In derselben Weise isolirte Zelle aus den die Balken umgebenden Saftbahnen des Opticusstammes des Menschen. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 8. Suprachorioidales Gewebe von neugeborenem Menschen mit salpetersaurer Silberlösung behandelt, wodurch die Zellengrenzen zweier Endothelhäutchen des Gewebes dargelegt sind; auch die Zellenkerne treten deutlich hervor. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3.

Fig. 9. Zellenzeichnung einer suprachorioidalen Lamelle eines weissen Kaninchens, durch Silberlösung dargestellt. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 2.

Fig. 10. Zellenzeichnung einer suprachorioidalen Lamelle beim Huhn, durch Silberlösung dargestellt. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 2.

Fig. 11. Zellenzeichnung einer suprachorioidalen Lamelle beim Frosch, durch Silberlösung dargestellt. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 2.

Fig. 12. Partie einer isolirten, suprachorioidalen Lamelle von einem menschlichen Embryo des vierten Monates. Die rundlichen Kerne gehören den Endothelzellen der Häutchenlamellen an; in ihrer Umgebung sieht man eine schwache Zone von körnigem Protoplasma. An dem Häutchen liegen zwei »Pigmentzellen«, welche indessen nur wenig Pigment in ihrem körnigen Protoplasma tragen; ihre Ausläufer schmiegen sich dem Häutchen entlang; bei der Falte, rechts oben, sieht man dieselben von der Häutchenfläche sich erheben. Die elastischen Fasern sind schwach aber reichlich angelegt. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 13. Einfach erscheinendes, suprachorioidales Häutchen eines viermonatlichen menschlichen Embryo im optischen Durchschnitt; zwei Zellenkerne liegen nebeneinander, jeder nach seiner Seite hin hervorschiessend, ohne dass eine Lamelle auswendig über sie hinläuft (die zwischen ihnen liegende Lamelle ist nicht deutlich genug in der Figur angegeben). Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig 14. Partie eines suprachorioidalen Häutchens vom Menschen, um eine gewöhnlich vorkommende Form der Pigmentzellen zu zeigen; an einigen Stellen sind helle Strassen in den Zellen vorhanden, wo nämlich elastische Fasern durchziehen. Behandl. mit Müllerscher Lösung. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 15. Partie eines suprachorioidalen Häutchens vom Menschen, um eine Form der Pigmentzellen (die netzförmig zusammenhängende) zu zeigen; nur hie und da sieht man in diesem Netz Kerne, die unter den dichtgedrängten Körnern schwach hervortreten. Hie und da findet man ganz kernlose Bruchstücke des Pigmentzellennetzes. Im Häutchen bemerkt man Kerne ohne umgebendes Protoplasma ebenso wie elastische Fasern. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 16. Ein isolirtes suprachorioidales Häutchen, vom Hunde; optischer Durchschnitt, um die seitlich dem Häutchen anliegenden, von ihm sich selbstständig erhebenden Pigmentzellen zu zeigen. Behandl. mit Müllerscher Lösung. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 17. Partie eines Querschnitts der innersten Schichten der Sclera und einiger Lamellen der Suprachorioidea. Vom Schafe. Man sieht pigmentzellenhaltige, den suprachorioidalen ähnliche Lamellen sich nach aussen zwischen den scleralen Schichten fortsetzen. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 210—220.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 16.

Fig. 17.

Tafel XXXVI.

Suprachorioidales Gewebe. Saccus endolymphaticus. Bindegewebe des perilymphatischen Raumes. Beim Menschen.

Fig. 1. Partie eines isolirten, flächenhaft ausgebreiteten Häutchens aus der Suprachorioidea des Menschen; zahlreiche elastische Fasern laufen darin, und Kerne liegen in ihr theils ohne irgend ein umgebendes Protoplasma, theils mit mehr oder weniger davon. Von diesen finden sich als »Uebergangsformen» zu den Pigmentzellen erscheinende, helle Zellen mit etwas reichlicherem Protoplasma (farblose Pigmentzellen), welches in verschiedener Anordnung, sogar in ganz abgetrennten Partien, über das Häutchen ausgebreitet ist. Die Grenze zwischen den den Endothelzellen des Häutchens angehörigen Kernen und den mehr oder weniger farblosen Pigmentzellen ist schwer zu ziehen. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gezeichnet bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 2. Hintere obere Fläche der linken Pars petrosa mit ansitzender Dura, beim erwachsenen Menschen (35 Jahre alt). In ihrer Mitte sieht man den von der Schädelhöhle her durch zwei sich kreuzende Schnitte geöffneten Saccus endolymphaticus (Saccus aquæductus vestibuli); die aufgeschnittenen Zipfel sind aufgeschlagen, wodurch der ganze Boden des Sackes bloss liegt. Der Eingang zum Ductus endolymphaticus (Aquæductus vestibuli) findet sich oben rechts (in der oberen inneren Ecke des Sackes). Natürl. Grösse.

Fig. 3 und 4. Linke und rechte Pars petrosa eines erwachsenen Menschen mit dem Saccus endolymphaticus, in derselben Weise geöffnet wie in der Fig. 2. Natürl. Grösse.

Fig. 5. Rechte Pars petrosa mit geöffnetem Saccus endolymphaticus bei einem neugeborenen Kinde. Natürl. Grösse.

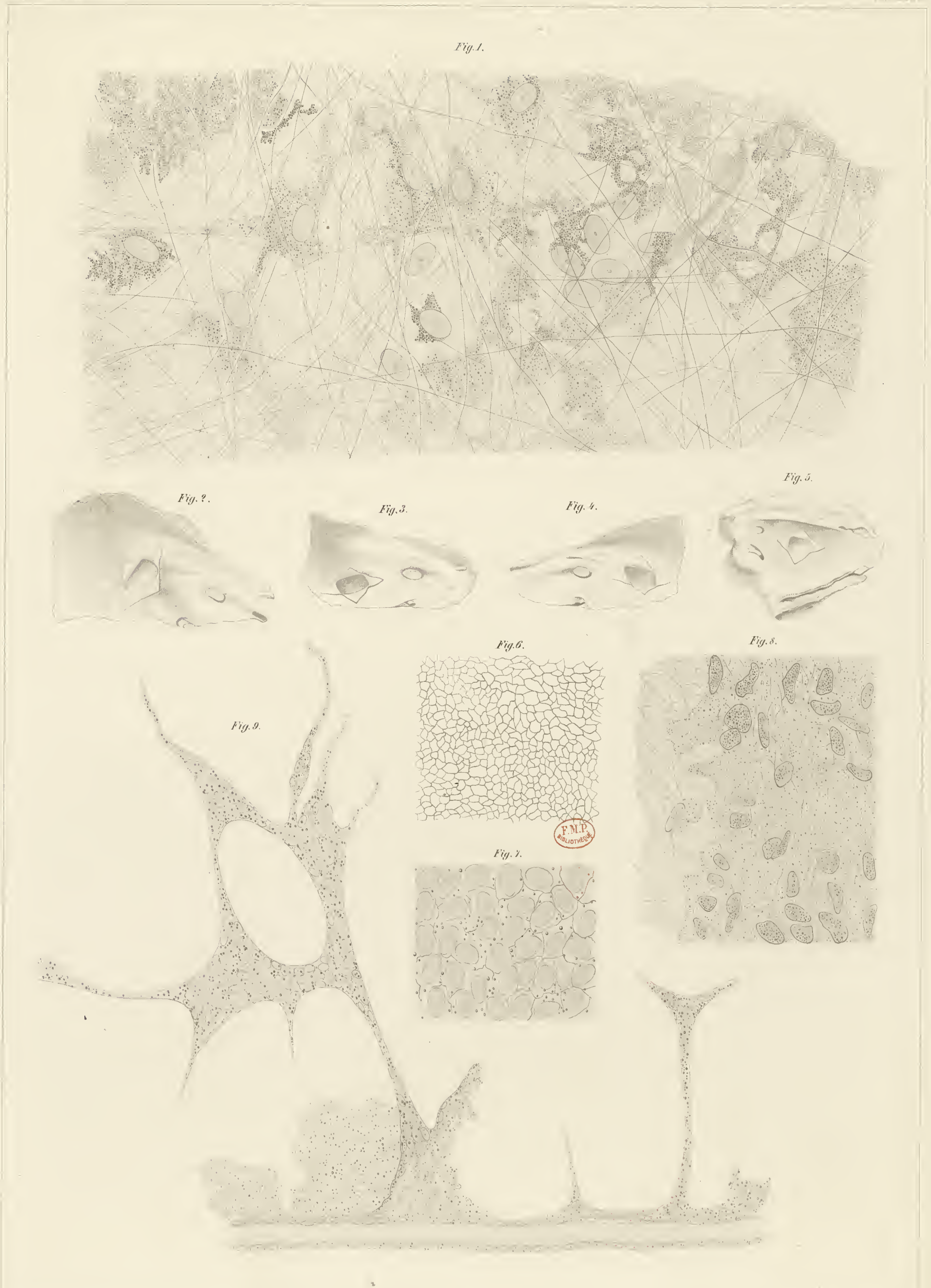
Fig. 6. Partie der inneren Oberfläche des Ductus endolymphaticus eines erwachsenen Menschen. Die Zellengrenzen sind durch Silberlösung dargestellt. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 7. Partie der inneren Oberfläche des Saccus endolymphaticus beim Menschen, um das Endothel desselben zu zeigen; die Grenzen der einzelnen Zellen treten als feine Linien hervor; gelblich gefärbte, glänzende Körner liegen in den Zellen zerstreut. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 8. Partie des flächenhaft ausgebreiteten Periostes von der Innenfläche des knöchernen Canales eines Bogenganges im menschlichen Gehörlabyrinth. Auf einem von feinen Fasern durchwebten, elastischen Häutchen findet sich ein zusammenhängendes Endothelhäutchen, dessen Kerne deutlich hervortreten, dessen Zellengrenzen aber gar nicht zu sehen sind. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 9. Partie von einem Durchschnitt der Wand eines Bogenganges aus dem menschlichen Gehörlabyrinth (unten). Die Wand ist unten (nach innen zu) bekleidet von ihrem Epithel, oben (aussen) von ihrem Endothel, das sich theilweise in Fetzen abgelöst hat; es setzt sich dies Endothel auf die verzweigten Balken fort, welche durch den perilymphatischen Raum zur Periostfläche des Bogenganges ziehen. Behandl. mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 209—210 und 214—216.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.

Tafel XXXVII.

Lymphgefässe der Nasenschleimhaut von den serösen Räumen der nervösen Centralorgane aus injicirt.

Fig. 1. Partie der Geruchschleimhaut eines Kaninchens, bei welchem Injection vom Subduralraum des Gehirns aus gemacht wurde. Die langen parallelen, blauen Cylinder entsprechen den Olfactoriuszweigen, deren Perineuralscheiden injicirt sind; in der Mitte der Figur ist an zwei Nerven die Injection nur eine Strecke gelaufen und dann ausgeblieben. Das die Schleimhautpartie durchspinnende Netz entspricht den injicirten Lymphgefässen der Geruchschleimhaut. Gezeichnet bei Hartn. Obj. 4 (halb abgeschraubt) und Ocul. 2.

Fig. 2. Lymphgefässnetz aus dem Sinus frontalis, vom Subduralraum des Gehirns aus injicirt; beim Kaninchen. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3.

Fig. 3. Partie der Geruchschleimhaut eines Kaninchens, bei welchem die Lymphgefässe vom Subduralraum mit Richardsonschem Blau, die Blutgefässe von Carotis her injicirt worden sind; die langen, schmalen, geraden, rothen Gefässe sind die Arterien; das feine rothe Netz rechts unten entspricht den Blutcapillaren; das dickere, rothe Netz entspricht den Venen. In den Maschenräumen der letzteren laufen die ampullär erweiterten, blau injicirten Lymphgefässe. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3.

Fig. 4. Untere Fläche eines Hundekopfes, bei welchem die untere Maxille und der grösste Theil des Gaumens weggenommen wurde, um die vom Subduralraum des Rückenmarks aus injicirten Lymphgefässe der Nasen- und Gaumenschleimhaut und besonders den Abfluss der letzteren nach den Lymphdrüsen des Halses hin zu zeigen. Natürl. Grösse.

Siehe den Text S. 217—220.

(Die Figuren dieser Tafel, welche eigentlich von subduralen Injectionen stammen, sind im Text, der Erläuterung wegen, bei der Beschreibung der subarachnoidalen Injectionen citirt; letztere sind ja in ihren Injectionsbildern mit den subduralen ganz übereinstimmend.)

Fig. 1.

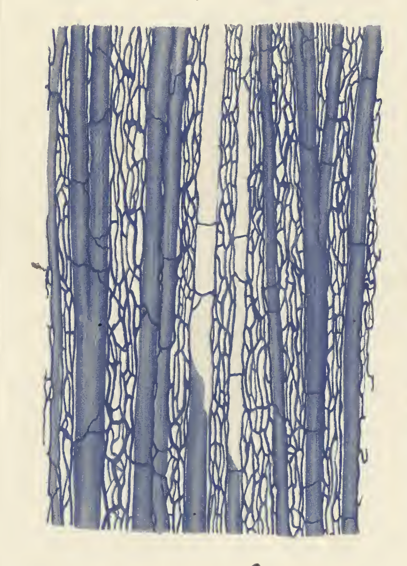


Fig. 2.



Fig. 4.



Fig. 3.



Tafel XXXVIII.

Die Lymphgefässe und Saftbahnen der Geruchschleimhaut beim Hunde. Die Injection derselben ist mit Chloroform-Asphaltmasse vom Subarachnoidalraum des Rückenmarks aus gemacht.

Fig. 1. Flächenansicht einer Partie der Schleimhaut in der Nähe der Lamina cribrosa von der dem Knochen anliegenden Seite aus gesehen. Die Bündel des Olfactorius (*n*) ziehen einander parallel als dickere Stämme durch die Figur. Zwischen diesen laufen gröbere Lymphgefässe verschiedener Gestalt und senden nach den Seiten hin verzweigte und anastomosirende Aeste, welche die Nervenbündel umspinnen und die Schleimhaut durchweben. Einige mit Blut gefüllte Blutgefässe treten bleichroth hervor. Gezeichnet bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 2. Flächenansicht einer Partie der Schleimhaut etwas weiter von der Lamina cribrosa. Das gröbere Injectionsnetz entspricht den Lymphgefässen. Von diesen aus haben sich viele feine und reichliche Netze gefüllt, welche Saftbahnen der Schleimhaut sind; diese letzteren durchziehen das Schleimhautgewebe in verschiedenen Richtungen und umspinnen die zahlreichen Schleimdrüsen (*d*). Rechts oben sieht man ein rothes Blutgefäss. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 3—5. Querschnitte der in Gummiglycerin getrockneten Geruchschleimhaut. *p* die periostale Fläche. Eine Anzahl von quergeschnittenen Olfactoriusbündel (*n*), einige Blutgefässe (*b*) sowie höher oben eine Reihe von Schleimdrüsen treten im Gewebe hervor; zwischen denselben und sie in verschiedener Weise umspinnend ziehen die verzweigten Saftbahnennetze, in verschiedenem Grade von Füllung. Das Epithel (*e*) bildet im Allgemeinen die Grenzen des Saftbahnennetzes. In der Fig. 4 sieht man aber von dem schwach gefüllten Netze zwei tubuläre Canäle mit der Injectionsmasse gefüllt durch das Epithel zu dessen Oberfläche ziehen und in der Fig. 5 steigen mehrere solche von dem reichlicher injicirten Netze empor, dabei mehr oder weniger den Ausführgängen der Drüsen (*d'*) folgend. Behandl. mit Müllerscher Lösung, Alkohol, Trocknen in Gummiglycerin. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 6. Horizontalschnitt aus dem Gewebe der Geruchschleimhaut. *b* zwei Blutgefässe. Jederseits von diesen sind die zahlreichen, quergeschnittenen Schleimdrüsen (*d*) von reichlichen Saftbahnen gefüllt. Behandl. mit Müllerscher Lösung, Alkohol und Trocknen in Gummiglycerin. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 7. Partie eines in derselben Weise erhaltenen Horizontalschnittes mit den die Drüsen (*d*) umspinnenden Saftbahnennetzen, bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

Fig. 8. Partie von einem Querschnitt der Schleimhaut unweit ihrer periostalen Seite. *n* Querschnitte von Olfactoriusbündeln. *b* ein Blutgefäss. *fb* quergeschnittene, bindegewebige Fibrillenbündel von injicirten Saftbahnen umsponnen. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol, Trocknen in Gummiglycerin. Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 9. Partie von einem Querschnitt der Schleimhaut in der Nähe ihrer periostalen Seite. Die helleren, rundlichen Körper (*fb*) sind quergeschnittene Fibrillenbündel; zwischen denselben spinnt sich ein reichliches Netz anastomosirender, protoplasmatischer Zellen aus, deren Grenzen nicht hervortreten; in diesem Protoplasmanetz sieht man einige Kerne zerstreut liegen. Spärliche, gefüllte Saftbahnen ziehen besonders in der Umgebung der Fibrillenbündel durch das Gewebe. Behandl. mit Müllerscher Lösung und Alkohol, Trocknen in Gummiglycerin. Gez. bei Hartn. Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 217—220.



Fig.1, 2 gez. v N. O. Björkman, Fig.3–9 gez. v. Th. Lundberg

Dir. v. A. Key & G. Retzius.

Central Tryckeriet, Stockholm.

Tafel XXXIX.

Lymphgefässe und Saftbahnen der Nasenschleimhaut (Schleimhaut der Sinus frontales), von den serösen Räumen der nervösen Centralorgane aus gefüllt.

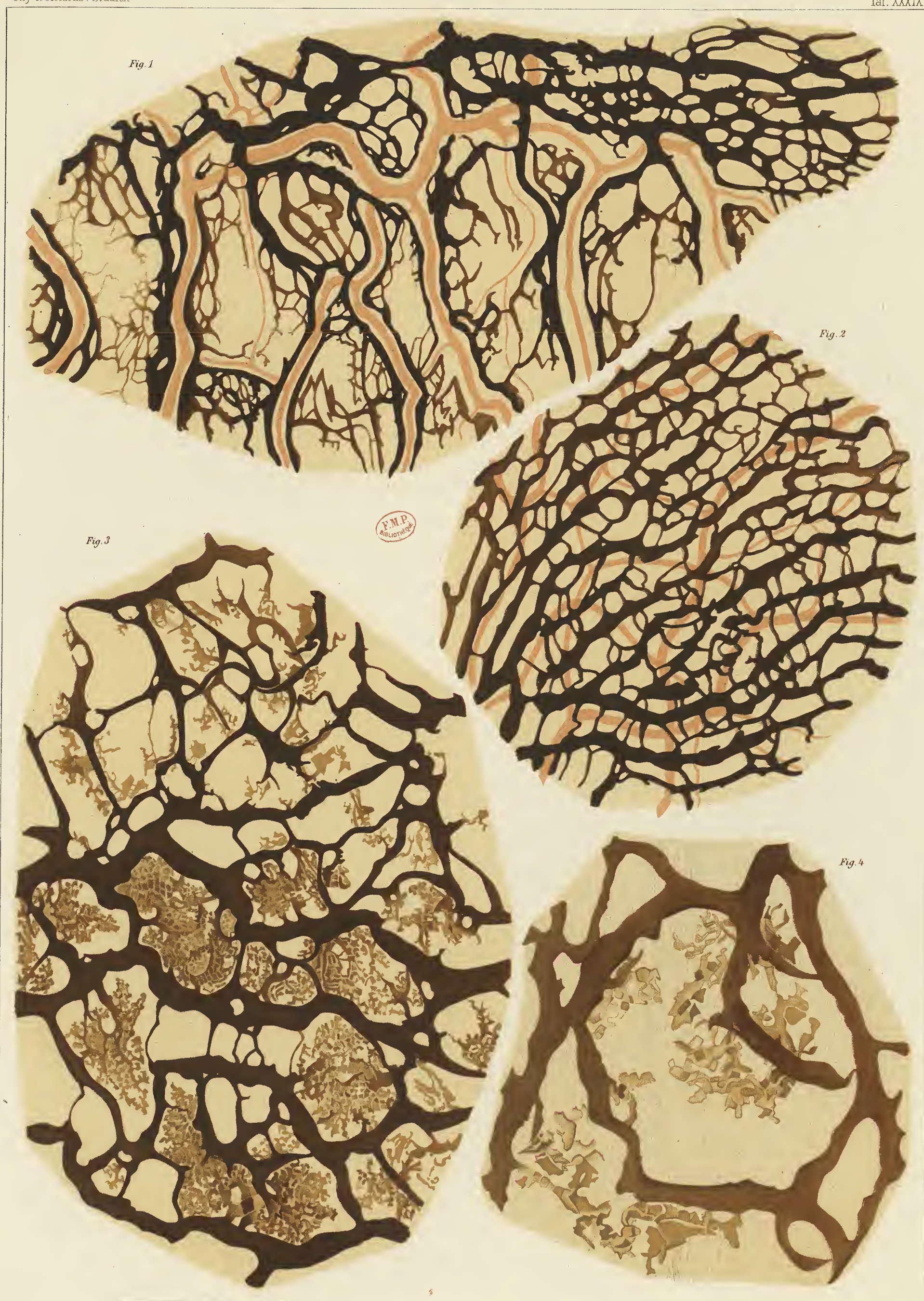
Fig. 1. Partie der Schleimhaut der Sinus frontales vom Hunde. Die braun gefärbten Gefässnetze sind die vom Subarachnoidalraum des Rückenmarks aus mit Chloroform-Asphaltmasse injicirten Lymphgefässe, zwischen welchen rothe (mit Blut gefüllte) Blutgefässe verlaufen. Gezeichnet bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3.

Fig. 2. Lymphgefässnetz aus der Schleimhaut der Sinus frontales vom Hunde; Injection derselben mit Chloroform-Asphaltmasse vom Subarachnoidalraum des Rückenmarks her; rothe Blutgefässe laufen in einer unteren Schicht. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 3. Lymphgefässnetz aus der Schleimhaut der Sinus frontales beim Hunde. Injection mit Chloroform-Asphaltmasse vom Subarachnoidalraum des Rückenmarks her. Die gröberen Gefässe entsprechen den Lymphgefässen. Von diesen aus haben sich reichliche, feinere, meistens sehr dichte Netze von Saftbahnen im Gewebe der Schleimhaut gefüllt. Gez. bei Hartn. Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 4. Partie einer in derselben Weise injicirten Schleimhaut der Sinus frontales des Hundes, bei stärkerer Vergrösserung, um die von den Lymphgefässen ausgehenden Saftbahnen ihres Gewebes näher zu zeigen. Von oben nach unten läuft durch das Schleimhautstück ein Nervenzweig (Olfactoriuszweig). Gez. bei Hartn. Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 217—220.


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4



Tabelle

der **Vergrösserungen der von uns angewandten Linsensysteme von Hartnack,** um ungefähr die Vergrösserungen anzugeben, in welchen die verschiedenen Figuren der Tafeln ausgeführt sind:

Systeme	Oculare		
	N:r 2.	N:r 3.	N:r 4.
N:r 2	30	40	—
N:r 4	65	90	140
N:r 7	220	300	450
N:r Imm. 9	450	600	950
N:r Imm. 10	600	750	1100







